



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

**OPTIMALIZACE MAZACÍHO SYSTÉMU PRO MAZÁNÍ
LOŽISEK VÁLCOVACÍCH STOLIC**

OPTIMIZATION OF LUBRICATION SYSTEM FOR LUBRICATION OF ROLLING MILL BEARINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vojtěch Sikora

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Daniel Zuth, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Bc. Vojtěch Sikora**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost
Vedoucí práce: **Ing. Daniel Zuth, Ph.D.**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Optimalizace mazacího systému pro mazání ložisek válcovacích stolic

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se bude zabývat optimalizací/vylepšením stávajícího mazacího systému, který již nedostatečně plní svoji funkci. Cílem je tedy vyhodnotit současný stav systému a navrhnout nové řešení, které by odstranilo stávající nedostatky. Součástí práce bude i vyhodnotit funkčnost nového systému a porovnání se starým systémem.

Cíle diplomové práce:

Rešerše v oblasti technické diagnostiky – tribodiagnostiky.
Rešerše v oblasti válcoven a válcování.
Rešerše v oblasti moderních centrálních mazacích systémů.
Popis starého mazacího systému včetně prvků válcovny.
Návrh a realizace nového mazacího systému.
Vyhodnocení výhod nového systému a porovnání s předchozím stavem.
Závěr a doporučení pro praxi.

Seznam doporučené literatury:

HELEBRANT, František. Technická diagnostika a spolehlivost - Provoz a údržba strojů. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1690-6.

BLATA, Jan a Janusz JURASZEK. Metody technické diagnostiky: teorie a praxe = Metody diagnostyki technicznej : teorie a praktyka. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-2997-5.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá optimalizací centrálního mazacího systému pro mazání válivých ložisek válcovacích stolic v provozu kontinuírové trati. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. První část teoretické práce se zabývá řešením v oblasti válcování a tribodiagnostiky. Další část se zabývá popisem moderních centrálních mazacích systémů, vysvětlením jejich principu a praktickém využití.

V praktické části je vysvětlena funkce starého mazacího systému pro ložiska válcovacích stolic s analýzou jeho problematiky. Dále je popsán technický návrh nového centrálního mazacího systému, jeho aplikace do provozu a jeho samotné zprovoznění. Poslední částí práce je závěr a vyhodnocení přínosu nového centrálního mazacího systému oproti starému.

ABSTRACT

The thesis focuses on the optimization of the central lubrication system for the lubrication of rolling bearings of rolling mills in the operation continuous wire rod mill. The work is divided into theoretical and practical part. The first part of the theoretical work is focuses on the search of rolling and tribodiagnosics. The next part focuses on the description of modern central lubrication systems, explanation of their principle and practical use.

The practical part explains the function of the old lubrication system for rolling mill bearings with an analysis of its problems. Next is described the technical design of a new central lubrication system, its application into operation and its actual commissioning are described. The last part of the thesis is the conclusion and evaluation of the benefits of the new central lubrication system compared to the old one.

KLÍČOVÁ SLOVA

válcovny, centrální mazací systém, spolehlivost, mazání ložisek, automatické centrální mazací systémy, mazání typu olej-vzduch

KEYWORDS

rolling mills, central lubrication system, reliability, bearing lubrication, automatic central lubrication system, oil-air lubrication

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SIKORA, Vojtěch. *Optimalizace mazacího systému pro mazání ložisek válcovacích stolic*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132675>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Daniel Zuth.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Danielovi Zuthovi Ph.D. za cenné připomínky, podmětné rady a odborné vedení při vypracování diplomové práce, dále také všem mým blízkým za trpělivost a podporu v průběhu mého studia.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem jí samostatně pod vedením Ing. Daniela Zutha Ph.D a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 21.05.2021

.....
Bc. Vojtěch Sikora

OBSAH

ÚVOD.....	15
1 VÁLCOVÁNÍ.....	17
1.1 Princip válcování	18
1.2 Rozdělení válcovacích tratí.....	20
2 TRIBOTECHNICKÁ DIAGNOSTIKA.....	23
2.1 Tribodiagnostika v praxi	23
2.2 Rozdělení metod tribodiagnostiky	25
3 MODERNÍ CENTRÁLNÍ MAZACÍ SYSTÉMY.....	27
3.1 Jednopotrubní systémy	32
3.2 Dvoupotrubní systémy	34
3.3 Vícepotrubní systémy	36
3.4 Progresivní mazací systémy.....	37
3.5 Systémy se škrcením.....	39
3.6 Mazání olejovou mlhou	40
3.7 Směšovací systémy	41
3.8 Postřikovací systémy	42
4 STAV ŘEŠENÍ MAZACÍHO SYSTÉMU NA KONTIDRÁTOVÉ TRATI PŘI ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	43
4.1 Charakteristika kontidrátové válcovny	43
4.1.1 Ložiska válcovacích stolic středního pořadí	44
4.1.2 Mazivo pro ložiska válcovacích stolic SP	46
4.2 Centrální mazací systém AMV 60 PM	47
4.3 Základní princip mazacího systému	49
4.4 Olejovo-vzduchový agregát AMV 60 PM.....	50
4.5 Blok napáječe se směšovači.....	52
4.6 Mazací body válcovacích stolic a rozvody mazání	54
4.7 Původní schéma rozvodů CMS na trati KD.....	57
4.8 Stav před optimalizací	58
4.8.1 Historie poruch ložisek	60
5 NÁVRHY K OPTIMALIZACI MAZACÍHO SYSTÉMU LOŽISEK.....	63
5.1 Základní technické požadavky.....	63
5.2 Optimalizace	64

5.3	Hlavní části optimalizovaného CMS	65
5.3.1	Vzduchová stanice	66
5.3.2	Čerpací stanice (agregát)	68
5.3.3	Směšovací jednotky DLOV	69
5.3.4	Elektrozařízení	72
5.3.5	Rozvody vzduchu a oleje	75
5.4	Schéma – návrh rozvodů pro CMS	76
6	REALIZACE NOVÉHO MAZACÍHO SYSTÉMU	77
6.1	Mazací agregát	78
6.2	Vzduchová stanice a rozvaděč	78
6.3	Směšovací jednotky DLOV	79
6.4	Potrubní rozvody a kabelové trasy	81
6.5	Princip CMS olej-vzduch pro SP trati KD	82
6.5.1	Diagnostika	83
6.6	Zkušební provoz	84
7	POROVNÁNÍ STARÉHO A NOVÉHO CMS	87
8	ZÁVĚR	89
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	91
10	SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ, GRAFŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK ..	95
10.1	Seznam zkratk a symbolů	95
10.2	Seznam grafů	96
10.3	Seznam obrázků	96
10.4	Seznam tabulek	98
11	SEZNAM PŘÍLOH	99
	PŘÍLOHY	100

ÚVOD

Od průmyslové revoluce byla údržba technických systémů neustálou výzvou. I když byl za tuto dobu v údržbě zařízení učiněn působivý pokrok, údržba zařízení je stále náročným problémem z důvodu různých faktorů. Každý rok jsou celosvětově vynakládány miliardy korun na údržbu technického vybavení, což znamená, že jsou bezpodmínečně zapotřebí efektivní způsoby údržby, které mohou pozitivně ovlivnit různé faktory jako je kvalita, bezpečnost, cena, spolehlivost a ziskovost.

Od strojního zařízení jako jsou válcovací stolice se vyžaduje přesná, přesně reprodukovatelná a naprosto spolehlivá práce v podmínkách velkého zatížení a extrémních rázů. Z tohoto důvodu jsou kladené velké nároky na ložiska válcovacích stolic, respektive na jejich mazání, tak aby plnily požadovanou spolehlivost a nedocházelo k častým poruchám a prostojům výrobního procesu. Hlavním účelem mazání ložisek je snižování tření a opotřebení v ložisku. Kvalita maziva se z důvodu jeho používání v čase mění, jinými slovy degraduje a ztrácí mazací schopnost.

Degradované mazivo, jehož degradace je zapříčiněna např. vysokou teplotou, se musí v ložiskových tělesech v pravidelných intervalech obnovovat a doplňovat za mazivo nové. Základní podmínkou pro bezproblémovou funkci ložisek je zvolení správného maziva a vhodného způsobu mazání. Další podmínkou jsou dostatečné a pravidelné dávky maziva do všech ploch ložiska vždy a za každých provozních podmínek. Pokud se nám podaří dodržet všechny tyto podmínky, můžeme dosáhnout předpokládané životnosti ložisek.

Pro tento způsob mazání se využívají centrální mazací systémy, které slouží k dávkování a dopravě maziva do mazaných míst. Válivá ložiska, pro která je ztrátový centrální mazací systém optimalizován, využívají mazání olejem. Tento způsob mazání se využívá tam, kde zařízení pracuje ve vysokých otáčkách a chceme zabezpečit vysokou spolehlivost provozu.

Cílem této závěrečné práce je optimalizace a modernizace stávajícího mazacího systému, který je v provozu dlouhou dobu, je již na maximu své výkonnosti a nedokáže plnit požadovanou funkci. Práce je rozdělena do dvou částí, teoretické a praktické.

V teoretické části je práce zaměřena na obecný popis válcování, tribodiagnostiky a následně na rešerši v oblasti moderních centrálních mazacích systémů.

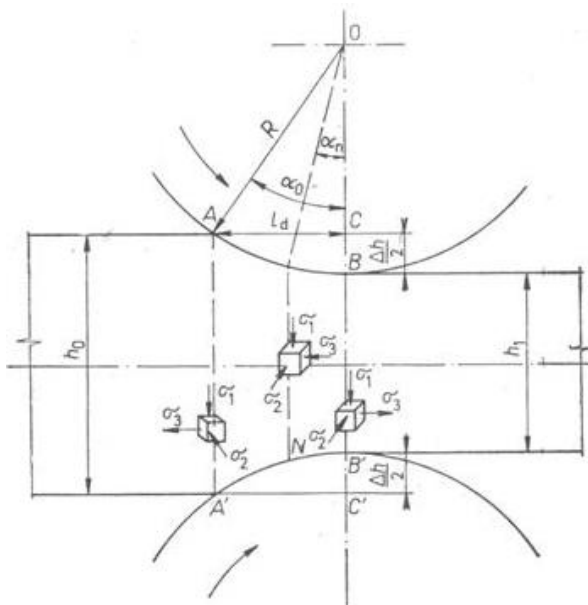
V praktické části je popis kontidrátové tratě a ložisek válcovacích stolic, pro které je tento systém optimalizován. Dále je popsána funkce stávajícího ztrátového centrálního mazacího systému, který již dostatečně neplní svou funkci. Následně je řešena optimalizace ztrátového centrálního mazacího systému včetně všech jeho prvků. Součástí praktické části je realizace centrálního mazacího systému a také vyhodnocení přínosů nového centrálního mazacího systému a porovnání jej se starým mazacím systémem.

Úkolem autora závěrečné práce je v rámci řešené tématu moderních centrálních mazacích systémů navrhnout vhodný centrální mazací systém pro mazání ložisek válcovacích stolic tratě KD. Dále navrhnout konkrétní trasu potrubních rozvodů pro všechna média a místo pro uložení zařízení mazacího systému společně s jeho prvky. Ve spolupráci autora s technickým poradcem pro tuto závěrečnou práci má autor za úkol návrh diagnostiky nového systému. Konkrétní úkol autora je vytipování senzorů tlakových, průtokových pro tzv. úzká místa – poruchy, alarmy. Odpovědnost autora bude také při montáži a odzkoušení funkčnosti nového systému externími pracovníky. V rámci nových zkušeností si autor závěrečné práce osobně vyzkouší montáž některých prvků centrálního mazacího systému.

1 VÁLCOVÁNÍ

Kovy a jejich slitiny jsou základním materiálem dnešní strojírenské výroby. Ve stavebnictví se používají například ocelové pruty jako výztuž železobetonových konstrukcí, dalším velkým spotřebitelem je také železniční doprava. Kovy a jejich slitiny používáme v průmyslu, buď ve stavu litém tzn. jako odlitek (sochor, brána) nebo ve stavu tvářeném, což znamená, že odlitý kus se dále zpracovává tvářením na požadovaný výrobek a to válcováním, kováním nebo protlačováním za tepla. Tvářením je v mnoha případech jediným možným způsobem výroby některých výrobků (dráty, tenké plechy, drobné výlisky atd.).

Válcovací procesy můžou probíhat při libovolných teplotách, jak za studena, za tepla, tak i za polohřevu. Válcování je umožněno v důsledku tření mezi válcovaným materiálem a pracovními válci. Koeficient tření, který je značen jako f závisí na kvalitě povrchu pracovních válců (stykových plochách) a na měrném tlaku (charakteru prokluzu). Tyto dvě veličiny způsobují vznik dvou sil, jsou to síly normálové a tečné a jsou přímo v místě válcování. Při válcování je hraniční podmínkou, že součinitel tření musí být vyšší nebo roven než polovina úhlu záběru. [1]



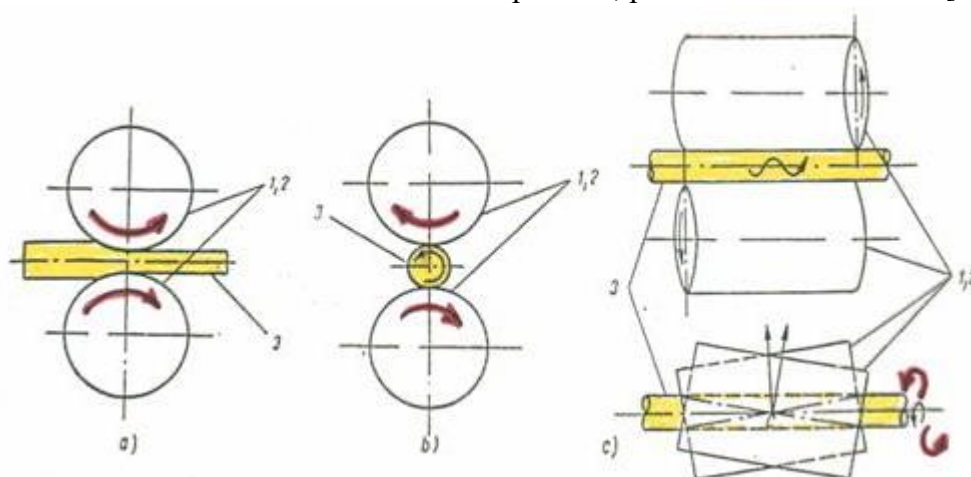
Obr. 1) Deformace během válcování [1]

Při válcování rozlišujeme tři základní pojmy – předvalek, provalek a vývalek. Předvalek je polotovár vyválcovaný z ingotu. Vývalek je hotový válcovaný výrobek (kolejnice, drát, různé profily) a jako provalek označujeme nedokončený výrobek v kterémkoli stádiu válcování. [2]

1.1 Princip válcování

Válcování je kontinuální proces, při kterém se válcovaný materiál deformuje vlivem průchodu mezi otáčejícími se pracovními válci stolice za podmínek převažujícího všestranného tlaku. Při válcování materiálu mezi válci probíhá jeho deformace, snižuje se jeho výška, prodlužuje se a současně se rozšiřuje a mění se také i rychlost, kterou válcovaný materiál z válcovací stolice vystupuje. Mezera mezi pracovními válci je menší, než vstupní velikost (rozměr) materiálu. Válcování probíhá převážně za tepla, ale i za studena. [2]

Výsledkem válcování je vývalek. Podle směru, kterým válcovaný materiál prochází pracovními válci, podle uložení os pracovních válců vzhledem k válcovanému materiálu a podle průběhu deformace dělíme válcování na podélné, příčné a kosé viz obr. 2. [1]



Obr. 2) Válcování [1] a) podélné válcování, b) příčné válcování, c) kosé válcování (1, 2 - válce, 3 - materiál)

Válcování podélné

Tento způsob válcování se vyznačuje tím, že směr největší hlavní deformace spadá do směru otáčení válců. Největší hlavní deformací je zde prodloužení provačku. Při jednom průchodu provačku mezi válci jde o spojitý tvářecí proces. Změna tvaru a rozměrů válcovaného materiálu se docílí účinkem tlaku pracovních válců, čímž se zmenšuje výška provačku. V mnoha případech se průřez provačku zmenšuje nebo zvětšuje i v příčném směru. Podélné válcování je jedním z nejrozšířenějších způsobů tváření kovů. [3]

Válcování příčné

Při příčném válcování probíhá největší hlavní deformace napříč ke směru otáčení válců. Válce opět vykovávají tlak na tvářený materiál a ve směru tohoto tlaku se provaček rovněž deformuje. Kromě toho je zde i třecí složka deformace v příčném směru k největší hlavní deformaci, kterou je i v tomto případě prodlužování provačku. [3]

Kosé válcování

Kosé válcování se používá při výrobě bezešvých trubek, nebo při výrobě koulí a dalších zvláštních vývalků ve strojírenství jako náhrada za zápusťkové kování. Kosé válcování se také vyznačuje kinematickou zvláštností, na rozdíl od podélného válcování se válce otáčejí ve stejném smyslu. Jejich osy jsou mimoběžné. Obvodové síly válců se rozkládají do dvou složek. Do složky tečné k válcovanému materiálu na který vyvozují točivou dvojici a uvádí ho do rotace. Proto je možno tímto způsobem válcovat jen provalky kruhovitěho průřezu. Druhá složka obvodové síly je rovnoběžná s osou a vtahuje ho mezi válce. Největší hlavní deformací je prodlužování provalku. V příčném směru se provalek deformuje nejen ve směru tlaku válců, ale dochází i k jeho částečnému zkrucování čili k deformaci v obvodovém směru. [3]

Vliv teploty na válcování

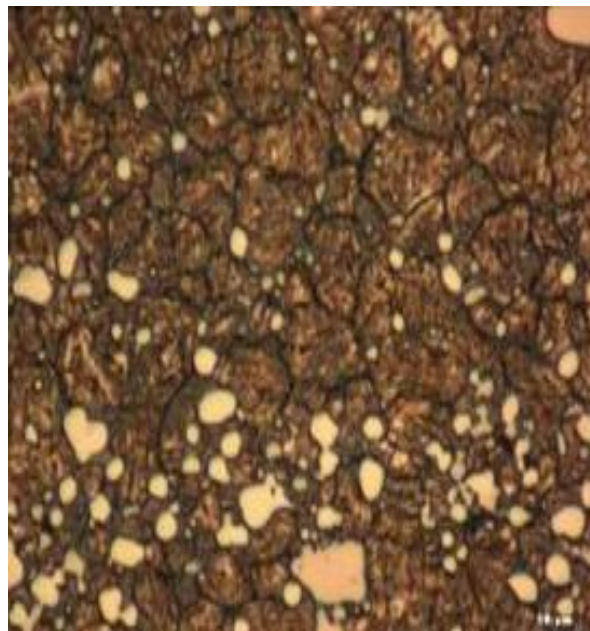
Při tváření materiálu za tepla hraje klíčovou roli pochopitelně teplota, především z hlediska průběhu tzv. uzdravovacích procesů a s tím spojeným vývojem mikrostruktury materiálu. Teplota je důležitá také z hlediska velikosti deformačních sil odporu materiálu, a tedy i válcovacích sil. Lze říct, že se zvyšující se teplotou deformace klesají deformační odpory a zlepšuje se tvárnost materiálu. Se stoupající teplotou roste pohyblivost atomů i dislokací, zrychluje se difúze a tím i uzdravování. Materiál však nemůžeme nahřívat libovolně. [3], [4]

Pokud překročíme optimální hodnoty teploty, dochází k prudkému poklesu tvárnosti vlivem dvou možných jevů: [3]

- přehřátí oceli,
- spálení oceli.



Obr. 3) Spálený povrch [3]



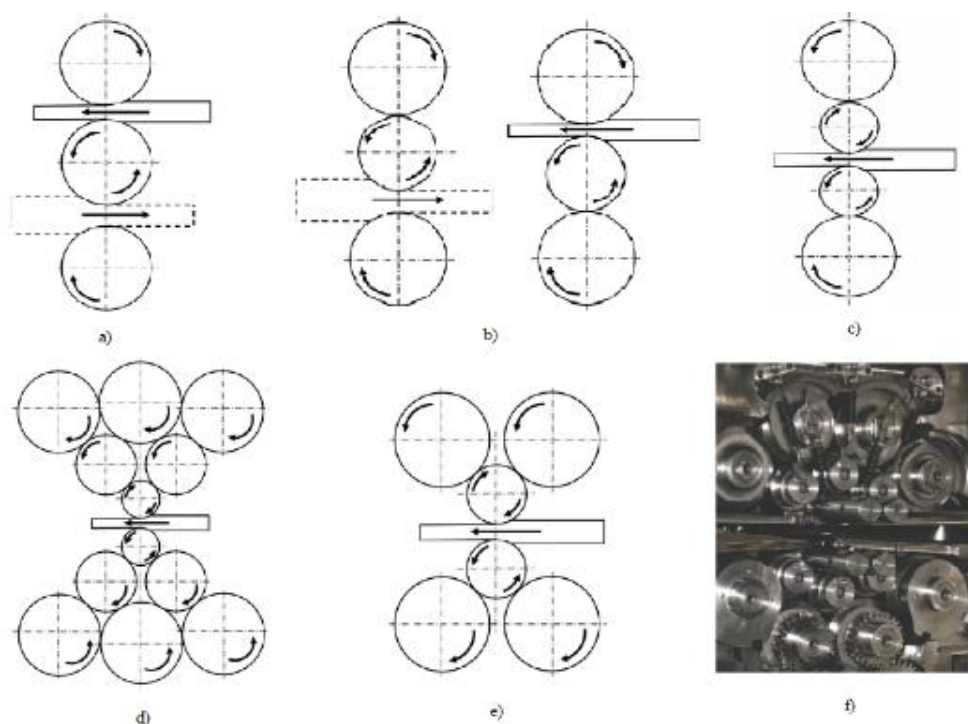
Obr. 4) Mikrostruktura spálené oceli [3]

1.2 Rozdělení válcovacích tratí

Obsah této podkapitoly je čerpán ze zdroje [3]. Hlavní výrobní jednotka válcovny se označuje jako válcovací trať, dále VT. VT je kompaktní soubor a složky tohoto souboru jsou vzájemně provázány. Soubor jako celek obsahuje stroje, strojní součásti, dopravní mechanismy, manipulační mechanismy, pece a ohřívací systémy, zařízení pro chlazení a chladnutí, rovnačky pro rovnání, vázače a další. Obecně se válcování dělí hutní předvalkové a hotovostní válcování.

Rozdělení VT podle konstrukce stolice a počet válců ve stolici:

- duo,
- trio,
- Lauthovo trio,
- mnohoválcové,
- univerzální,
- stolice speciální konstrukce.



Obr. 5) Válcovací stolice [3] a) Trio; b) Lauthovo trio; c) Kvarto; d) Šesti válcová stolice (sexto) e) Dvanácti válcová stolice; f) Dvaceti válcová stolice (Kobelco) [3]

Rozdělení VT podle uspořádání válcovacích stolic:

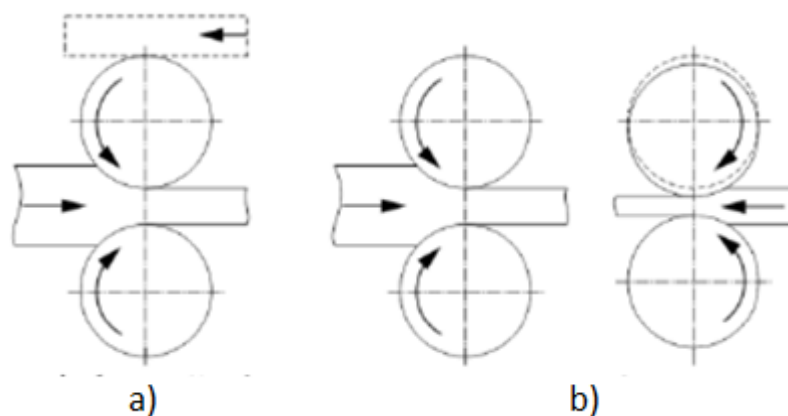
- válcovací trať s jednou stolicí,
- válcovací trať s pracovními stolicemi v ose,
- válcovací tratě spojitě,
- válcovací tratě průběžné,
- válcovací tratě polospojitě.

Rozdělení VT podle druhu vývalku:

- válcování profilů,
- válcování drátů,
- válcování plechů,
- válcování trubek.

Rozdělení VT podle způsobu otáčení válců:

- jednosměrné,
- vratné.



Obr. 6) Válcování podle směru otáčení válců a) jednosměrné, b) vratné [3]

2 TRIBOTECHNICKÁ DIAGNOSTIKA

K metodám technické diagnostiky patří tribotechnická diagnostika. Mezi další metody technické diagnostiky patří vibrodiagnostika, termodiagnostika, akustická diagnostika, elektrodiagnostika, defektoskopie a další specializované obory.

Tribotechnická diagnostika nebo také tribodiagnostika (TTD) využívá veškeré informace ze samotného maziva k posouzení a určení kondice sledovaného objektu, ve kterém je mazivo aplikováno. Z maziva můžeme posoudit, jaké mechanické změny se v pozorovaných technických systémech dějí. Tato metoda diagnostiky patří do skupiny tzv. bezdemontážních metod diagnostiky a pomáhá nám zjišťovat, vyhodnocovat a oznamovat výskyty cizích látek v mazivu jak z hlediska kvantitativního, tak z hlediska kvalitativního. [5]

Pomocí TDD diagnostikujeme opotřebení součástí pohybujících se mechanismů stroje při použití vhodného maziva. Při práci strojního zařízení se vlivem opotřebením dílců uvolňují částice kovu nebo jejich sloučeniny, poté jsou mazacím olejem vyplavovány a unášeny dále do celé mazací soustavy. S nárůstem koncentrace uvolněných částic přímou úměrou narůstá i opotřebení stroje. [6]

TDD plní tedy dva hlavní úkoly. Prvním je sledování degradace (stárnutí) maziva a druhým je sledování opotřebení strojních zařízení, jejich součástí a lokalizace nadměrného opotřebení, které často bývá příčinou vzniku poruch a havárií systému.

Cílem tribodiagnostiky je tedy nejen sledování stavu samotného maziva, ale i získávání informací o stavu sledovaného zařízení. Účelem TTD je i zefektivnění hospodaření s mazivy. [7]

Aplikuje se především tam, kde je soustředěna nákladná strojírenská technika, u níž výpadky z práce přinášejí vysoké finanční ztráty.

2.1 Tribodiagnostika v praxi

Mazací prostředky jsou od toho, aby zabránily přímému kontaktu povrchů při jejich vzájemném pohybu, a tak zmenšily tření a následné opotřebení. Maziva se podle skupenství se rozdělují: [6]

- plynné (vzduch, hélium, dusík apod.),
- kapalné (ropné, syntetické, rostlinné oleje a jiné),
- plastické maziva (základné olej, zpevňovadla a přísady),
- tuhé (grafit, PTFE apod.).

Sledování stavu opotřebení jednotlivých součástí a strojních zařízení (třecích uzlů) těchto zařízení, je prováděno na základě stanovení obsahu otěrových kovů (kovových částic) v mazivu. [7]

Pro sledování stavu stroje je velice důležitý trend naměřených hodnot. Mazané třecí uzly jsou postupně opotřebovávány, cirkulující olej strhává stopové částice kovů a ty zůstávají v oleji ve formě suspenze. Pomocí analýzy vzorků a odborným vyhodnocením můžeme posoudit množství, velikost a tvar těchto kovových částic a tím získáme důležité informace o druhu opotřebení a technickém stavu jednotlivých třecích uzlů. Máme-li potřebné znalosti a jsme-li schopni výsledky správně interpretovat, můžeme včas upozornit na příznaky vznikající poruchy a v řadě případů jsme schopni lokalizovat místo vzniku mechanické závady. [7]

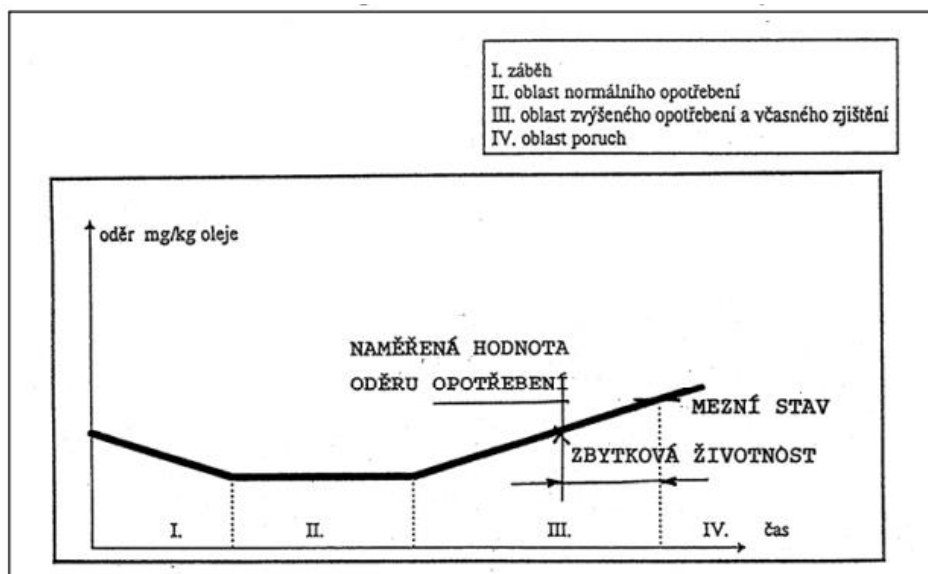
Kvalita maziva se z důvodu jeho používání v čase mění. Pokud tyto změny sledujeme, můžeme určit životnost maziva zjištěním stupně jeho znehodnocení jak produkty tepelně-oxidačních procesů, tak i vnějšími nečistoty. Provádíme měření a vyhodnocení parametrů maziva jako je například viskozita, bod vzplanutí, kyselost, obsah hrubých nečistot, obsah vody atp. [7]

Na základě stanovení životnosti maziv jsme schopni určit optimální intervaly pro výměnu maziv nebo obměňovat maziva až po dosažení určených mezních hodnot. V praxi to znamená, že se servisní práce vykonávají pouze tehdy, kdy měření ukážou, že je to potřebné. Tzn. podle pravidelných měření můžeme zjistit už v ranném stádiu počátek poruchového stavu a sledovat jeho vývoj. Na základě trendů se naplánuje výměna náplně ještě před tím, než dojde k havárii. K tomuto je však zapotřebí neustále monitorování.

Pravidelným sledováním kvality maziva můžeme dosáhnout: [7]

- zhodnocení stavu olejové náplně (maziva) a technického stavu strojního zařízení bez nutnosti demontáže,
- zvýšení spolehlivosti a životnosti strojních zařízení,
- snížení poruchovosti,
- úspory investic,
- úspora finančních prostředků z hlediska předčasných výměn olejových náplní.

Pro sledování nárůstu otěrových částic v mazivu se jako sledovaný parametr používá počet a velikost otěrových částic v závislosti na čase, viz obr. 7.



Obr. 7) Vanová křivka – obecný průběh poškození vlivem opotřebení [7]

2.2 Rozdělení metod tribodiagnostiky

Tribodiagnostika se rozděluje do dvou základních skupin. [7]

A. Sledování stavu opotřebení strojních zařízení

Provádí se na základě stanovení obsahu otěrových kovů v mazivu (důležitý je trend naměřených hodnot) a obraz o druhu opotřebení a technickém stavu jednotlivých třecích uzlů získáme odborným vyhodnocením množství, velikosti a tvaru otěrových částic.

Tato skupina se může rozdělit do dalších dvou speciálních metod pro celkovou diagnostiku maziv a strojního zařízení:

1. Metody pro stanovení koncentrace otěrových kovů:

- atomová emisní spektrofotometrie,
- atomová absorpční spektrofotometrie,
- polarografie a voltametrie,
- metoda RAMO.

2. Metody pro hodnocení morfologie a distribučního rozdělení částic kovů:

- částicová analýza neboli ferografie s vyhodnocením:
 - feroskopický (morfologie a chemické složení),
 - ferodenzimetrickým (distribuce vzhledem k velikosti).

B. Sledování degradace samotného maziva

Změny fyzikálních a chemických vlastností oleje, ke kterým zcela běžně dochází, si vynucují sledování jednotlivých fyzikálně chemických parametrů oleje, které poskytují poměrně přesný obraz o jeho okamžitém stavu i o možnostech budoucího provozování.

Sledování degradace samotného maziva nám dovoluje určit životnost maziva zjištěním stupně jeho znehodnocení. Provádí se měřením a vyhodnocením parametrů maziva jako je např. viskozita, kyselost, bod vzplanutí, obsah nečistot a. a na základě stanovení životnosti maziv je možné stanovit optimální intervaly jejich výměny.

Hovoříme zde, že se jedná se o hodnocení fyzikálně chemických parametrů maziva:

1. Pomocí testů:

- kinematická viskozita,
- bod vzplanutí,
- obsah vody,
- číslo celkové alkality a kyselosti,
- conradsonův karbonizační zbytek,
- kapková zkouška,
- celkové znečištění,
- mechanické nečistoty.

2. Pomocí spektrální analýzy olejů:

- jednoduché zkoušky pro provozní kontrolu maziv,
- speciální metody pro celkovou diagnostiku maziv a strojního zařízení (sk. A),
- standardní zkoušky pro přesné stanovení kvality maziv (sk. B).

Detailnější popis jednotlivých metod pro analýzu olejů jsou popsány v literatuře [7].

3 MODERNÍ CENTRÁLNÍ MAZACÍ SYSTÉMY

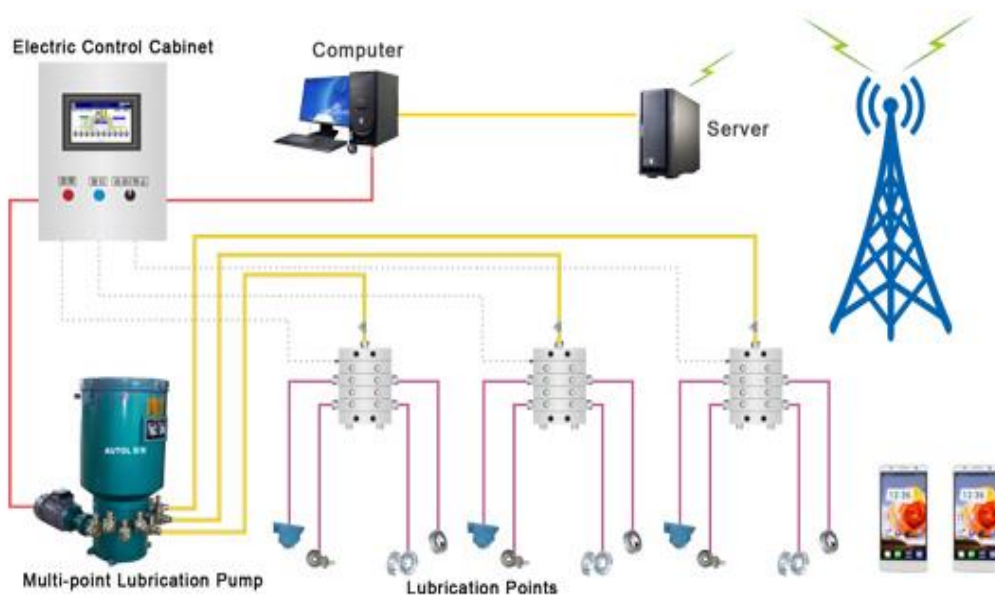
S mazacími systémy úzce souvisí pojem tribotechnika neboli technika mazání. Tribotechnika je vědní obor, který se zabývá aplikací tribologických zásad do konstrukce strojů a zařízení. Zahrnuje také způsob mazání a mazací zařízení, organizaci techniky v provozu, výpočet konstrukce a optimalizace třecích dvojic a další. V této technické oblasti může zejména pomoci technická diagnostika strojů, zejména tribodiagnostika, která je popsána v kapitole 2. [6]

U moderních centrálních mazacích systémů vývoj nešel kupředu takovým tempem, jako je tomu např. v oboru IT, ale i přesto můžeme pozorovat určité moderní trendy a vylepšení. Do moderních trendů můžeme zahrnout větší monitorování systému a jejich funkce za pomoci využití různých čidel a informací, např. o průtoku maziva rozdělovači a dávkovači, čidel tlaku, hladiny maziva v zásobníku a další. Inteligentní mazací systém můžeme vidět na obr. 8.

Monitorovací zařízení (řídící jednotky) nám v dnešní době umožňují:

- nastavení doby mazání a dobu pauzy,
- čítání cyklu mazání,
- počítací provozních hodin,
- hlášení alarmů, např. nedosažení zadaného počtu cyklů mazání, nedostatek maziva.

Dalším vývojem a velkým krokem k modernizaci těchto systémů je určitě také vzdálená správa systému. Systémy jsou monitorovány, nastavovány a vyhodnocovány přes počítačovou technologii nebo aktivně přes tablet či mobilní telefon.



Obr. 8) Inteligentní centrální mazací soustava [8]

Vývoj šel kupředu také v používání sudových a kontejnerových čerpadel. V minulosti byla velice populární čerpadla s plechovými zásobníky, využívány byly spíše menší lokální systémy. V dnešní době jsou však populárnější a ve větší míře využívanější pneumatická sudová a kontejnerová čerpadla, na které je napojeno co nejvíce možných míst pro mazání. Tyto čerpadla se nasazují přímo na sud nebo kontejner s mazivem a tím se zmenšuje pravděpodobnost a nebezpečí kontaminace maziva nečistotami.

Základní pojmy [7], [9], [10]

Mazací soustava – představuje soubor prvků, jako jsou mazací potrubí, mazací agregáty a jednotlivé rozváděcí a dávkovací prvky, pro dopravu maziva do mazacích míst. Podle oběhu maziva, jestli se do soustavy vrací nebo nevrací, dělíme mazací soustavy na dlouhodobé a krátkodobé. Obě můžou být tlakové a beztlakové, jednotlivé nebo ústřední.

Centrální mazací soustava – je určena zejména k automatickému mazání více mazacích míst olejem, tukem nebo olejovou mlhou s centrálním zdrojem tlakového maziva. U tohoto systému lze použít oběhové i ztrátové s přerušovanou i nepřetržitou dodávkou maziva. Mazivo může být plastické mazivo nebo olej, mazivo je k mazanému místu dopraveno pod tlakem, někdy za pomoci stlačeného vzduchu.

Soustava pro dodání maziva je složena z těchto hlavních částí:

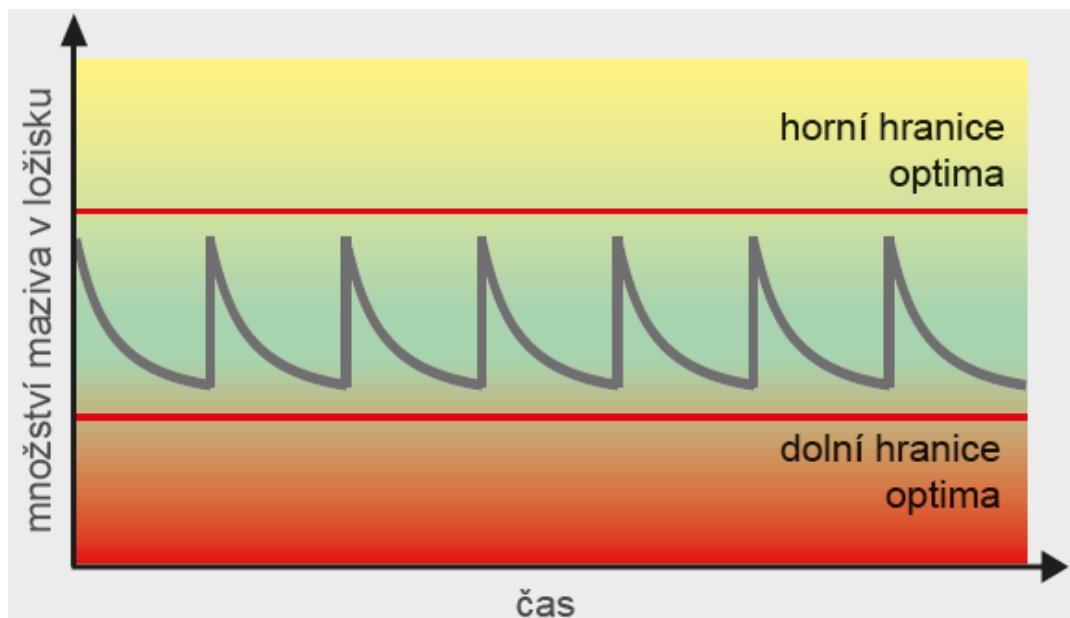
- tlakového čerpadla, pro čerpání a tlačení maziva (olej, plastické mazivo),
- zásobníků, sběrných nádob a rozváděcího potrubí,
- ovládacích a regulačních prvků (ventily, koncové spínače),
- filtrační zařízení,
- chladicího příslušenství.

Mazání se provádí v mazacích cyklech po určitém množství. V době mezi těmito cykly se spotřebovává mazivo ze zásoby v mazaném prostoru. Musí se tedy určit optimální dávka, objem maziva přítomného v prostoru mazaného místa. Pokud je množství maziva menší, zvyšuje se pravděpodobnost opotřebení a snižuje se životnost zařízení. Pokud je mazivo zase ve větším množství je naopak místo přemazáno zvyšuje se nebezpečí přehřátí ložiska s následným zadřením, zvyšuje se také spotřeba maziva. Je tedy nutné nastavit optimální dávku pro CMS tak aby množství bylo optimální.

Centrální mazací systémy výrazně zvyšují spolehlivost strojního zařízení, protože se minimalizuje chyba lidského faktoru. Výrobci uvádějí, že zhruba 53 % (ne-li více) je způsobeno nesprávným mazáním nebo znečištěním. Pokud tedy instalujeme CMS, jsme schopni eliminovat tyto poruchy, tedy snižujeme náklady na opravy, mazivo, náhradní díly a v neposlední řadě také na pracovní síly. Současně dosáhneme prodloužení životnosti zařízení a snížení prostojů ve výrobě. [11]

Výhody automatického mazání:

- vyloučení lidského faktoru,
- mazání za provozu stroje,
- přesně nastavené intervaly mazání v dané dávce.



Obr. 9) Automatické mazání [11]

Význam maziva – základním významem maziva je snižování tření mezi dvěma prvky, respektive plochami, které má za následek opotřebení těchto ploch a dále vzniku tepla. Vzniklé teplo může způsobit rozměrové změny kinematických prvků a tím dojít k zablokování pohybu nebo mechanické destrukci prvků. Kromě toho chrání mazivo strojní součást při provozu před vodou, prachem, případně před korozí. Mazivo tedy vyplní prostor mazacího místa s cílem snížit tvorbu tepla a minimalizovat pravděpodobnost vniknutí vody a nečistot do těchto míst. [11]

Stanovení spotřeby maziva pro válivá ložiska u ztrátového mazání olejem

Množství maziva a mazací intervaly ložisek lze určit pomocí matematických vztahů, které na základě dlouholetých zkušeností stanovili jejich výrobci. [10]

Spotřeba maziva se stanovuje např. dle vztahu:

$$Q = 4 \cdot 10^{-3} \cdot d_m \cdot a \quad (1)$$

kde, Q je potřebné množství maziva [$\text{cm}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$]

$$d_m = \frac{D+d}{2} \quad [\text{mm}]$$

a – počet řad ložiska

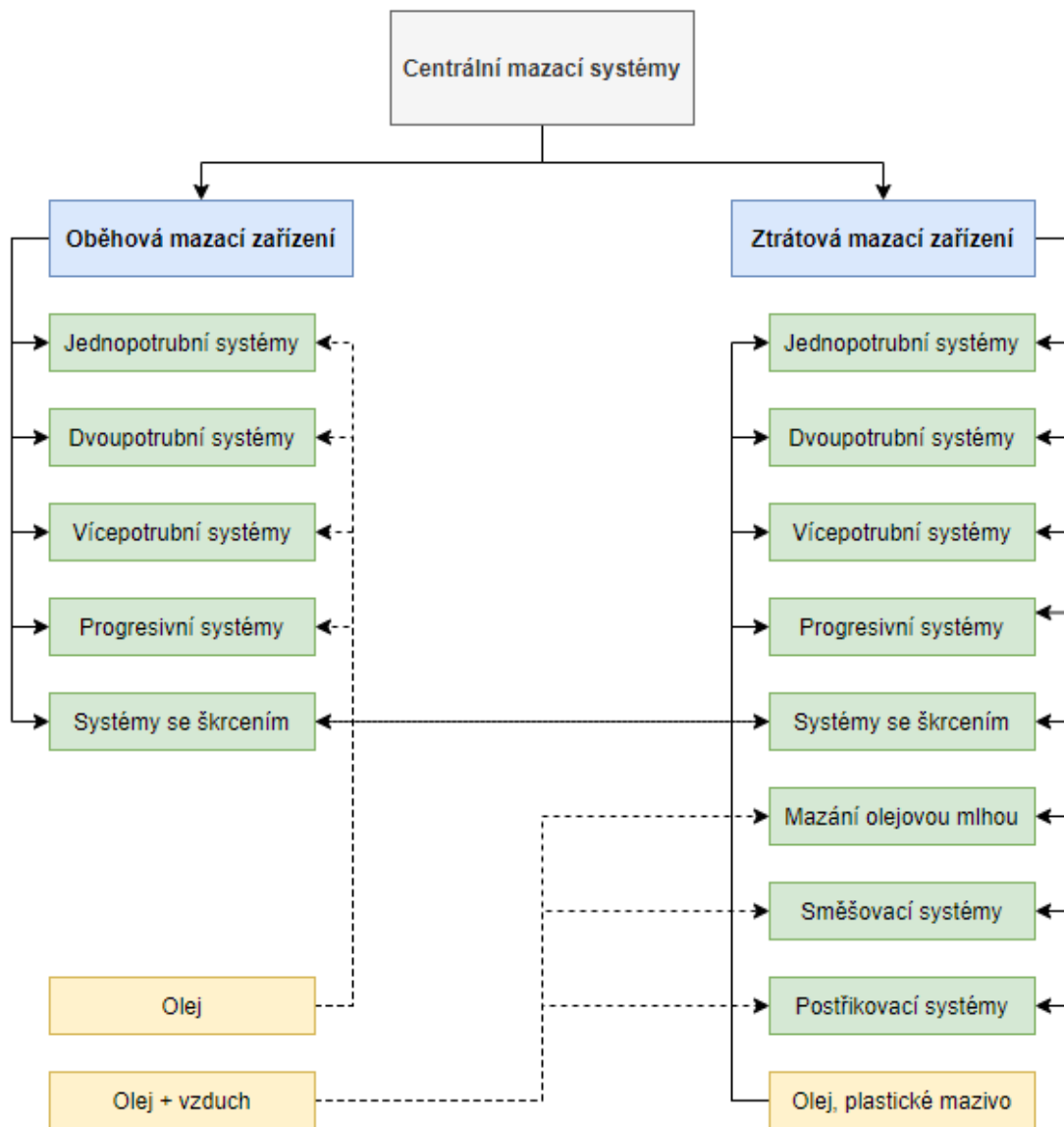
Dále je možno určit intervaly pomocí speciálních metod, jako je např. vibrodiagnostika.

Měřením vibrací můžeme zjistit hodnotu vibrací a určit:

- suché ložisko – hodnota vibrací je vysoká, je potřeba domazat ložisko,
- domazání – hodnota vibrací se snížila, ale stále není ideální ložisko je potřeba domazat,
- hotovo – hodnota vibrací klesla na přípustnou hodnotu.

Centrální mazací systémy

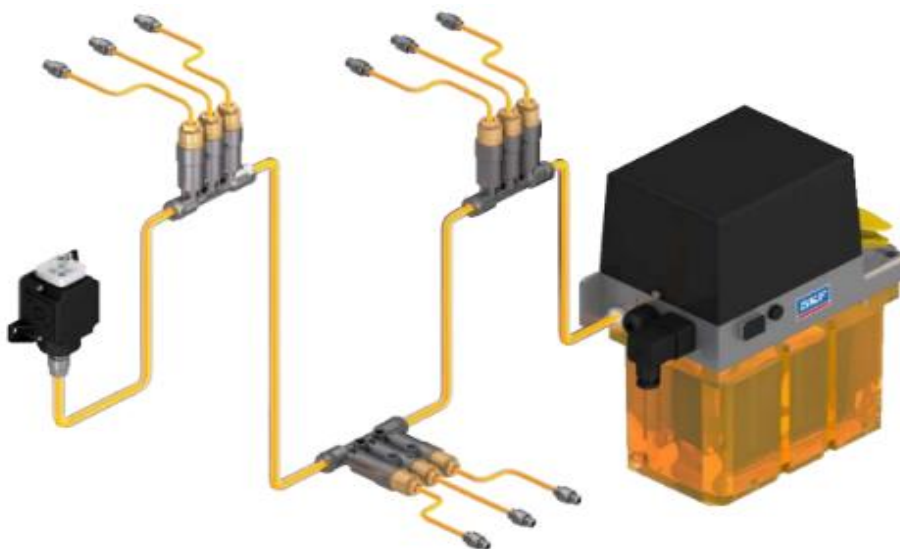
Následující obr. 10 znázorňuje rozdělení centrálních mazacích systémů. Centrální mazací systémy se rozdělují do dvou hlavních skupin. Hlavními skupinami jsou oběhové a ztrátové mazací zařízení.



Obr. 10) Centrální mazací systémy [10]

3.1 Jednopotrubní systémy

Tyto systémy jsou využívány pro mazání oběhové i ztrátové. Nejčastěji však pro ztrátové mazání olejem nebo plastickým mazivem a pro menší objemy maziva. Patří mezi základní CMS a používá se k mazání zařízení do cca 100 mazacích míst. Zdrojem tlaku je zubové čerpadlo. Rozvod je řešen jako přímý nebo zokruhováný (u dlouhých rozvodů nad 100 m). Není potřeba zpětného vedení. V automatickém řízení přibývá ovládací zařízení, tlakový spínač, plovákový spínač a výstražná a kontrolní signalizace. Systém slouží k mazání části strojů obráběcích, tvářecích nebo stroje manipulační techniky. [9], [10]



Obr. 11) Jednopotrubní systém SKF [12]

Základním prvkem je dávkovač, který musí mít pro každé mazané místo vlastní výstup. Během jednoho cyklu obdrží každé mazané místo pouze jednu dávku maziva. Důležitou podmínkou pro správnou funkci je odlehčení dávkovače pomocí odlehčovacího ventilu u čerpadla (střídání pracovního a odlehčovacího tlaku). [9], [10]

Podle způsobu tlakování a odlehčování systémy dělíme:

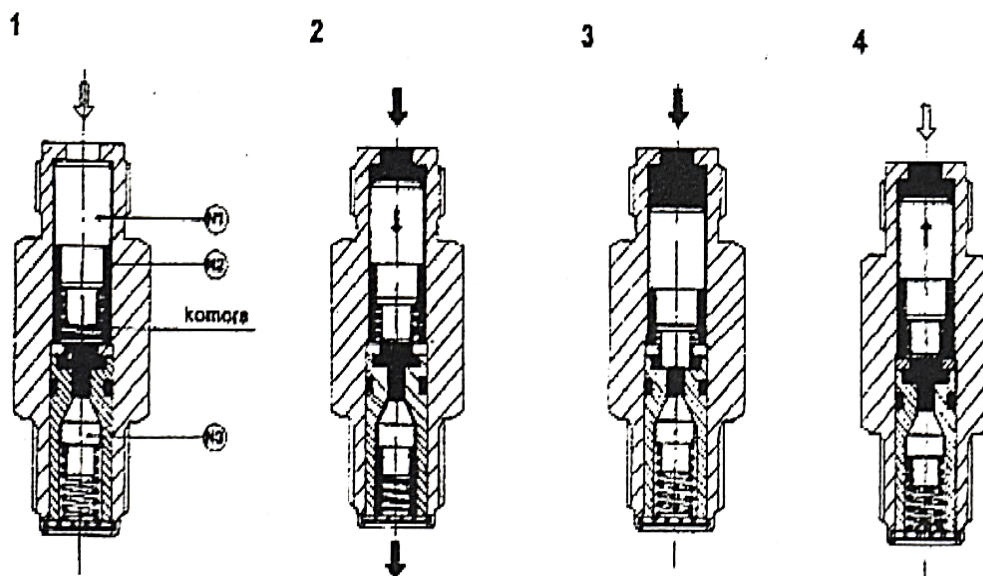
- systém s jednozdvihovým čerpadlem,
- systém s vícezdvihovým čerpadlem a odlehčovacím ventilem,
- systém s plnicím čerpadlem a přepínacími ventily.

Výhody:

- jednoduchost a spolehlivost,
- snadné rozšíření pomocí dávkovačů,
- přesnost dávkování,
- snadná automatizovatelnost,
- nízká cena,
- jednoduchá údržba,
- rozvodové potrubí je při přestávce odlehčeno,
- při zablokování jakéhokoli bodu, systém pracuje dále,
- pro delší rozvody, široký rozsah teplot.

Funkce dávkovače – průběh mazacího cyklu

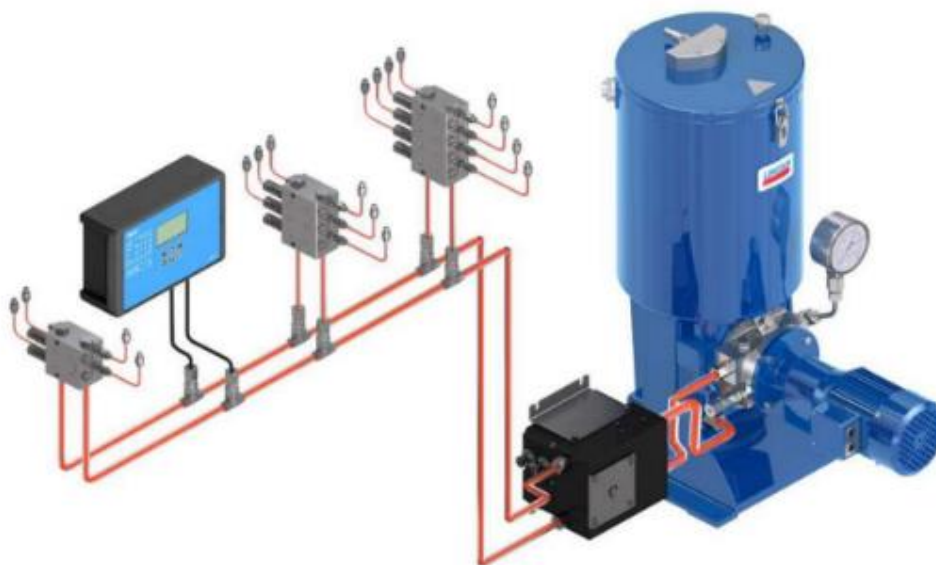
Pokud je dávkovač v poloze 1 (viz obr. 12), nachází se dávkovač v klidovém stavu. Dávkovací komora je naplněna z předchozího cyklu. V poloze 2 je mazivo přiváděno do dávkovače a tlačí na dávkovací píst (N1), tím se píst uvede do pohybu a ten vytlačuje mazivo z dávkovací komory kolem kuželky jednosměrného ventilu (N3) do vývodu k mazanému místu. Poloha 3 symbolizuje vytlačení maziva, píst (N1) dojde na doraz, kuželka (N3) dosedne na sedla a utěsní komoru proti zpětnému úniku maziva do komory. Situaci po poklesu tlaku v mazacím okruhu v důsledku odlehčení rozvaděče můžeme vidět na poloze 4, pružina vrací píst (N1) zpět do polohy 1 (výchozí polohy) a současně mezerou mezi pístem (N1) a tělem dávkovače zaplňuje komoru. Komora je naplněna z předchozího cyklu a připravena na cyklus další. [9]



Obr. 12) Dávkovač [9]

3.2 Dvoupotrubní systémy

Dalším typem CMS jsou dvoupotrubní systémy. Už z názvu je zřejmé, že oproti jednopotrubním systémům mají dvě hlavní vedení od čerpadla. Tyto systémy jsou vhodné jak pro oleje, tak pro plastická maziva, přednostně však používaná pro plastická maziva. Je velice spolehlivý i v nejtěžších provozních podmínkách, pro větší počet mazaných míst (50–1000 i více) a pro zařízení s odlehlejšími mazacími místy (20–150 m). Počet mazaných míst a vzdálenosti mazacích míst je závislá na vlastnostech samotného maziva (konzistenci apod.) a na provozní teplotě. Jedná se o vysokotlaký systém pracující v cyklech. [9]



Obr. 13) Dvoupotrubní CMS SKF [13]

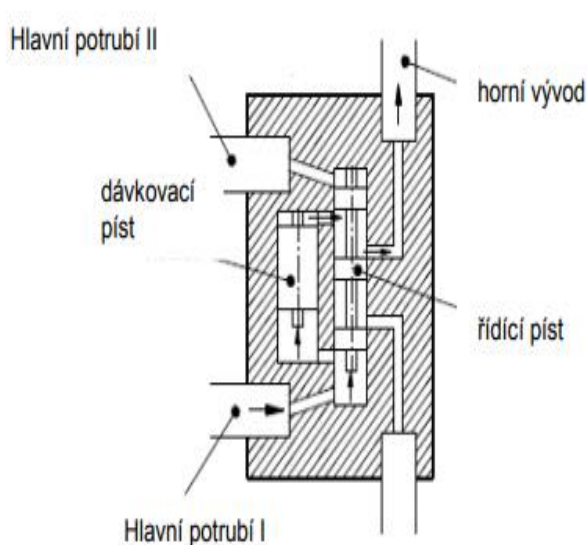
Základním prvkem tohoto systému je dvoupotrubní dávkovač. V zařízení může být instalován paralelně nebo sériově. Pro rozsáhlejší systémy je vhodnější paralelní uspořádání z důvodu menších tlakových ztrát. Může být kombinován s progresivními rozdělovači. Kritická místa mohou být sledována koncovým spínačem. Dvoupotrubní systémy může pracovat jako většina CMS automaticky. Dávkovací objemy jsou od 0.025 do 15 cm³ / zdvih, pracovní tlak do 40 MPa, pro oleje nebo plastická maziva do konzistence NLGI 2 (poloměkké). [9]

Vhodné pro kontilití, dělicí linky, cementárny nebo důlní velkstroje.

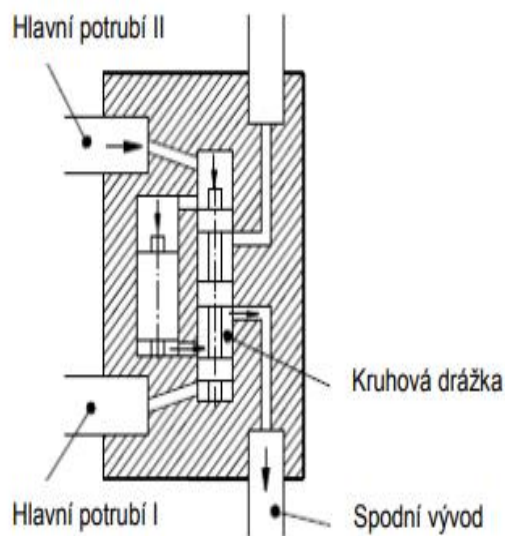
Funkce dvoupotrubního dávkovače

Příklad funkce dvoupotrubního dávkovače je viz obr. 14 a 15. V době pauzy jsou oba pístky v dolní poloze. Pokud je do hlavního potrubí I zaveden tlak a současně se potrubí II zbaví tlaku, uvede se do pohybu dávkovací píst jako první a následně se pohybuje dávkovací píst nahoru, čímž se stlačuje množství maziva, vytlačené dávkovacím pístem přes kruhovou drážku v řídicím pístku k hornímu vývodu. Vytlačené množství maziva jde do hlavního potrubí II. [9]

Pro takt mazání 2 je natlakováno hlavní potrubí a hlavní potrubí I se zbaví tlaku, čímž se začne nejdříve pohybovat řídicí píst a poté dávkovací píst. Množství maziva vtlačené dávkovacím pístkem je tlačeno do spodního vývodu. [14]



Obr. 14) Pístový rozdělovač takt 1 [14]



Obr. 15) Pístový rozdělovač takt 2 [14]

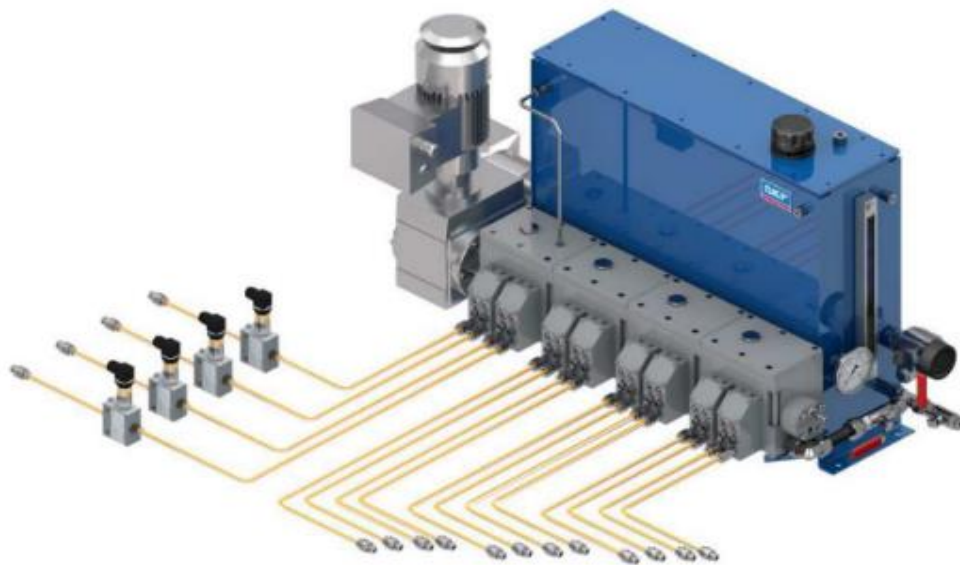
Výhody:

- jednoduchý a flexibilní design,
- spolehlivé,
- mazání až 2000 míst pro vzdálenosti až 120 m,
- pro těžké provozní podmínky (vlhkost, nečistoty, nízké teploty).

3.3 Vícepotrubní systémy

Ke každému výstupu z čerpadla je přiřazen jeden pístek, který současně dávkuje určité množství maziva. Dávkované množství je nastavitelné. Není zde potřeba dávkovacích ventilů, protože potřebné množství maziva vychází přímo z čerpadla. [9]

Vývody několikapístkového čerpadla mohou být sloučeny nebo uvedeny v nečinnost tím, že aktuální zdvih píستku je nastaven na nulovou hodnotu. Pro tyto systémy se vyrábějí čerpadla s 1 až 36 vývody přímo odpovídající počtu vývodům mazaných míst. Používají se např. zubová čerpadla. Je možné rozšíření počtu mazaných míst pomocí progresivních rozdělovačů. Délka mazacího vedení je max 20–30 m. [9]



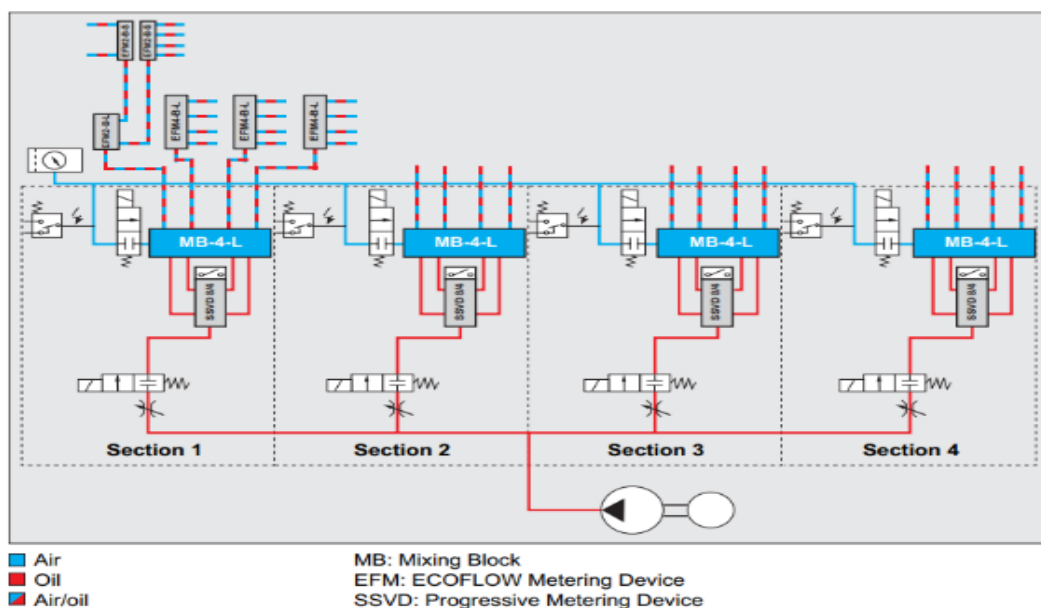
Obr. 16) Vícepotrubní CMS SKF [15]

Výhody:

- neexistují zde tlakové ztráty na rozdělovačích nebo dávkovacích,
- přesně nastavitelný požadovaný objem maziva,
- vysoká rychlost dodání mazací dávky,
- možnost instalace regulačních ventilů, ventilů průtoku, progresivních rozdělovačů.

3.4 Progresivní mazací systémy

Progresivní systém je určen pro 100 i více mazaných míst, které jsou vzdáleny desítky metrů. Schéma takového systému je ukázáno na obr. 17. [9]



Obr. 17) Olej-vzduch progresivní systém [17]

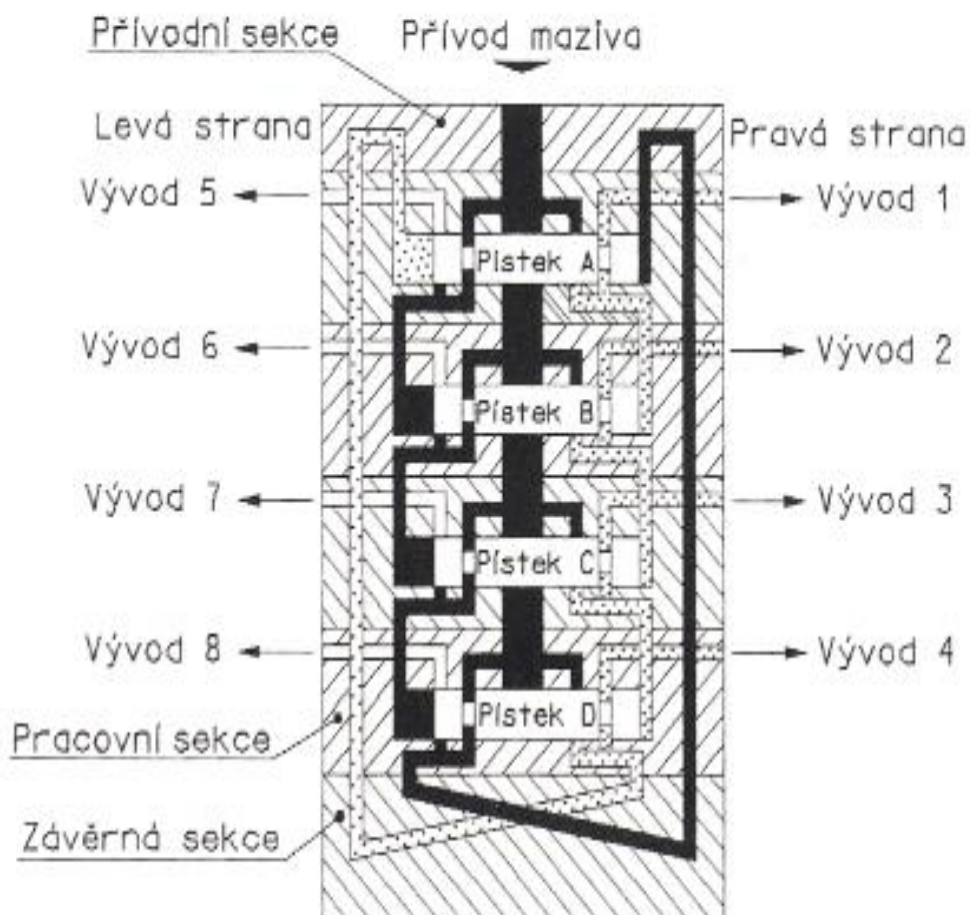
Základní prvek tohoto systému je progresivní rozdělovač, který rozděluje přivedené množství maziva v poměru dávkovacích objemů jednotlivých pístů v rozdělovači a rozvádí ho dále k mazaným místům. Dávkovací objem bývá od 0,05 do 5 cm³/zdvih, pracovní tlak max 30 MPa, maximální zdvihové frekvence do 200 min⁻¹. Provedením a uspořádáním rozdělovačů docílíme dodání maziva do jednotlivých míst v širokém rozsahu. Systém je velice spolehlivý a umožňuje sto procentní kontrolu dodávky maziva do všech mazacích míst. Mazivo může být plastické nebo olejové do konzistence NLGI 2. [9]

Výstupy rozdělovače je možno spojovat a dosáhnout tím několikanásobného zvětšení požadovaného množství maziva na jeden cyklus rozdělovače. Snadné elektrické hlídání funkce systému z jednoho bodu.

Vhodné pro linky nebo zařízení s menším počtem mazaných míst, které jsou umístěné nepříliš daleko od sebe, tvářecí a obráběcí stroje, stroje na zpracování kovového odpadu apod. [16]

Princip funkce progresivního rozdělovače

Mazivo vstupuje do dávkovacího zařízení shora (přívod maziva) a teče do pravého konce pístu A. Píst A se pod tlakem maziva pohybuje doleva, což způsobuje vydání maziva před levým koncem pístku A do výstupu 4. Na tomto principu fungují i zbylé pístky. Tlakem maziva jsou přesouvány a dávkuje mazivo do příslušných vývodů.



Obr. 18) Činnost progresivního rozdělovače [9]

Výhody:

- dodání daného množství maziva do každého mazaného místa,
- spolehlivost,
- integrované monitorování a ovládání systému,
- jednoduchá kontrola při poruše,
- pro prostředí s vlhkým prostředím.

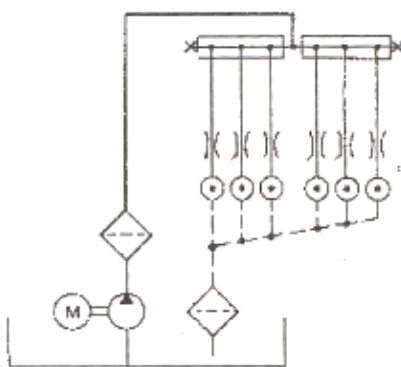
3.5 Systémy se škrcením

Jako příklad tohoto systému s rozdělováním maziva k mazanému místu pomocí škrtících prvků, clon nebo škrtících ventilů je uveden na obr. 19. [9]

Průtok clonou Q je dán vztahem:

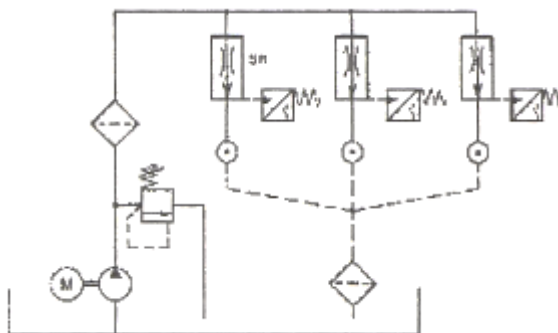
$$Q = \mu \cdot S \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \quad (2)$$

kde, μ je součinitel průtoku
 S je plocha clony v nejužším místě
 Δp je tlakový spád na cloně
 ρ je měrná hmotnost kapaliny



Obr. 19) Oběhový mazací systém s rozdělováním průtoku oleje do jednotlivých větví pomocí clon [9]

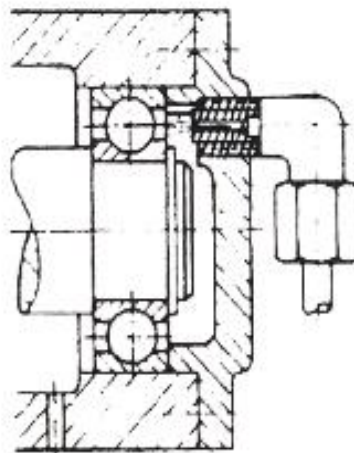
Pokud jsme schopni zajistit, aby na všech clonách bylo μ , ρ a Δp stejné, tak se bude průtok rozdělovat v poměru průtočných ploch clonek S . Pokud bychom chtěli průtoky ve větvích upravovat, je vhodnější použít škrtící ventily namísto clon. Jestliže nejsme schopni zajistit konstantní Δp na clonách, musíme použít místo clonek regulační ventily průtoku se stabilizací tlakového spádu viz obr. 20. [9]



Obr. 20) Oběhový systém mazání s rozdělováním průtoku oleje do jednotlivých větví pomocí regulačních ventilů [9]

3.6 Mazání olejovou mlhou

Tento způsob mazání je používán pro dopravu maziva (oleje) do uzavřených (válivá i kluzná ložiska) i otevřených (ozubené převody, kluzná vedení apod.) mazacích míst. V agregátu se do proudícího tlakového vzduchu pod tlakem přisává mazací látka (olej) a ve formě olejové mlhy je potrubím, bez použití dávkovačů či rozdělovačů, přiváděna k mazacím místům. Ve vstupu do mazacího místa je umístěna kondenzační tryska, ve které se vysráží kapky maziva z olejové mlhy a poté jsou tlakovým vzduchem dopraveny do mazaného místa. [9], [10]



Obr. 21) Mazací místo [9]

Kondenzace zamezuje unikání olejové mlhy z mazaných míst do okolí, mazivo má ve formě kapek lepší mazací schopnost než samotná olejová mlha. Pokud je mazací prostor uzavřený, musí být opatřen kanálky pro únik tlakového vzduchu a maziva. [9]

Množství maziva pro jednotlivá mazaná místa je dosaženo pomocí různých velikostí kondenzačních trysek. [9]

Výhodou je vytvoření přetlaku pomocí tlakového vzduchu a tím zabraňuje vniknutím nečistot do mazaného místa. Mazivo formě olejové mlhy je možno dopravit do vzdálenosti mnoha set metrů od mazacího agregátu a je určeno pro mazání až tisíců mazacích míst.

Výhody:

- malá spotřeba maziva,
- žádné výměny oleje,
- nízké náklady na pořízení.

3.7 Směšovací systémy

Směšovací systém (olej – vzduch) se používá hlavně pro transport média (maziva) do uzavřených míst, především pro válivá (vysokootáčková ložiska) a kluzná ložiska. Systém pracuje tak, že kontinuálně dodává maziva do mazacích míst pomocí tlakového vzduchu. Ke strhávání částic mazací látky tlakovým vzduchem dochází ve speciálně upravených dávkovačích nebo rozdělovačích, ze kterých je smíšená směs dopravena potrubím do mazacích míst. [9], [10]

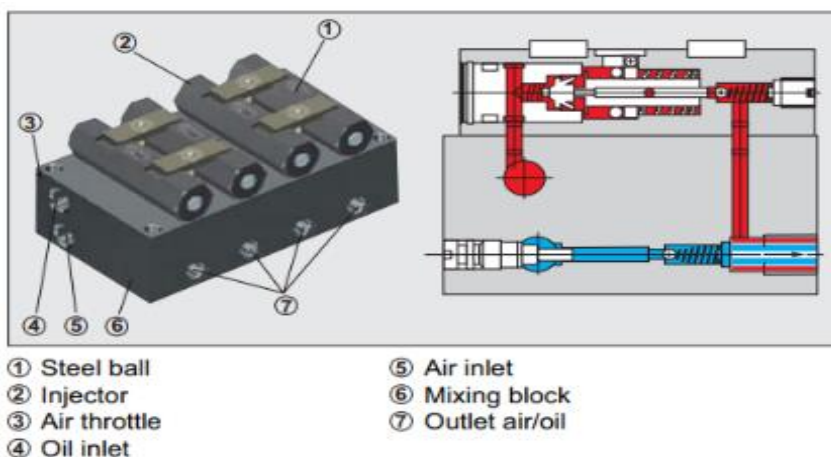
S místě vstupu mazacího místa může být umístěna tryska, která může díky regulaci množství vzduchu určit charakter směsi. Tlakový vzduch zároveň mazaná místa chladí a vytváří v nich přetlak, což chrání mazané místo před vniknutím nečistoty. [9]

Možné jsou varianty s pulsním (na bázi jednopotrubního systému) nebo postupným (na bázi progresivního systému) dávkováním oleje do směsi.

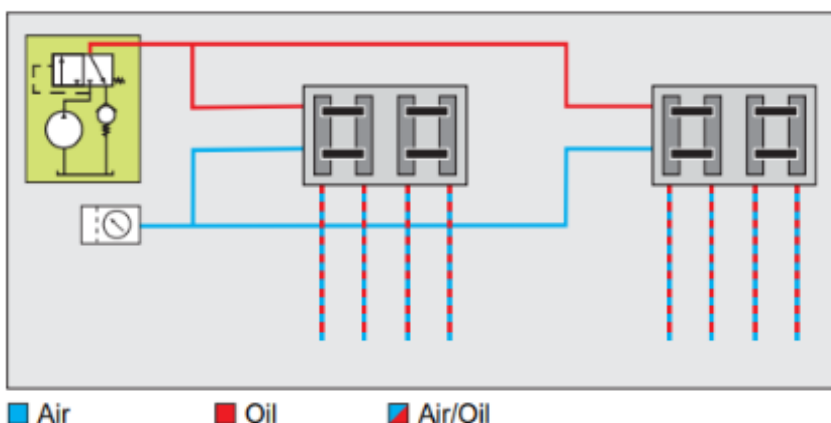
Vhodné pro vřetena obráběcích strojů nebo válivá ložiska pracovních a opěrných válců válcovacích stolic. [16]

Výhody:

- odvod tepla,
- vytěsňuje prach,
- vysoká spolehlivost díky nepřetržitému přísunu definovaného množství maziva,
- minimální množství maziva umožňuje provoz ložisek při velmi vysokých otáčkách.



Obr. 22) Směšovací jednotka [17]

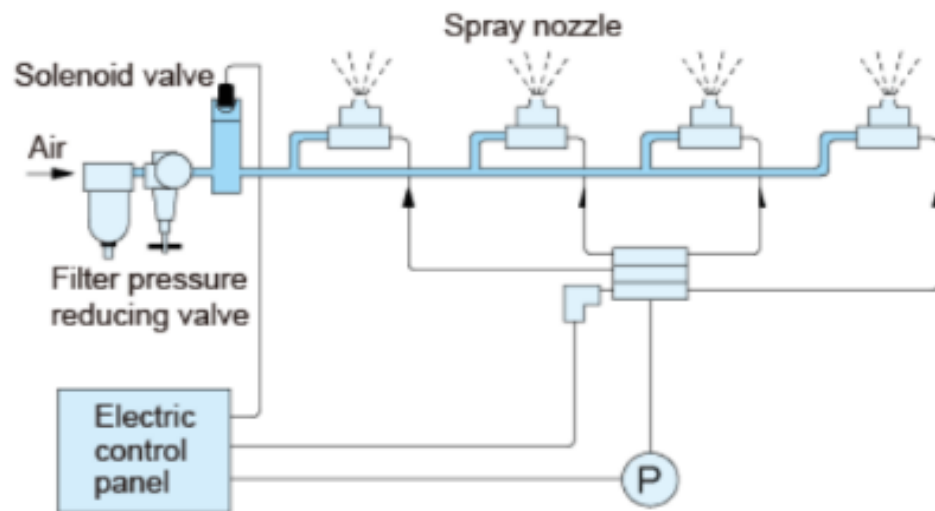


Obr. 23) Směšovací systém [17]

3.8 Postřikovací systémy

Postřikovací systém slouží primárně pro dopravu maziva na otevřená místa jako jsou ozubené převody, řetězy, vodící plochy apod. Ke strhávání vzduchu dochází proudem tlakového vzduchu v postřikovací trysce. Tryska je umístěna bezprostředně u mazaného místa. Tvarem trysky a úrovně tlaku vzduchu je vytvořen požadovaný rozprašovací efekt. Systém lze použít pro mazací oleje i pro plastické mazivo. [9]

Tyto systémy nahrazují mazací systémy brodící nebo kapací. Postřikovací systémy se mohou realizovat jako oběhové. Počet mazacích míst a vzdálenosti jsou limitovány parametry zvolených prvků, systém je však velice snadno automatizovatelný i kontrolovatelný z hlediska spotřeby maziva. [9]



Obr. 24) Postřikovací systém [18]

Výhody:

- nízká spotřeba stlačeného vzduchu,
- velké plochy postřiku,
- rovnoměrnost postřiku díky tryskám.

4 STAV ŘEŠENÍ MAZACÍHO SYSTÉMU NA KONTIDRÁTOVÉ TRATI PŘI ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

4.1 Charakteristika kontidrátové válcovny

Centrální mazací systém je určený pro kandidátovou trať (KD). Tato válcovací trať vyrábí za tepla válcovaný ocelový drát o průměru 5,5 – 14 mm. Proces válcování začíná navážením sochoru na sázecí rošty. Do ohřívací pece se sochory zavážejí jednotlivě, posun materiálu pecí je prováděn tlačným zařízením. Sochory ohřáté na tvářecí teplotu jsou z pece vytlačovány výtlačným zařízením přes výhybku, která umožňuje plynulé zavádění vytlačených sochorů do jednotlivých žil tratě, žíly jsou označeny písmeny A, B. [19]

Válcovací trať KD je spojitá dvoužilová válcovací trať s maximálním počtem redukcí provalku ve 24 duo stolicích (včetně dvoustolicových a čtyřstolicových bloků). Trať je rozdělena na předválečí, střední a hotovní pořadí a úsek dvoustolicových a čtyřstolicových bloků. [19]

Předválečí pořadí je složeno z 8-mi stolic označených čísly 0 až 7 a materiál je válcován na dvou žilách (A, B). Střední pořadí je složeno ze 6-ti stolic označených čísly 8 až 13 a válcuje taktéž na dvou žilách.

Hotovní pořadí se skládá ze 2 samostatně válcovacích žil po 4 stolicích označených 14 až 17 a tyto žíly válcují jednožilově. Stolice 14–17 mají excentrické stavění válců. V hotovním pořadí se pravidelně střídají vertikální a horizontální stolice.

Na hotovní pořadí navazují dvoustolicové a čtyřstolicové bloky, které vytváří příznivější podmínky pro kalibraci k dosažení užších konečných tolerancí drátu a zvýšení výstupní rychlosti na max. cca 65 m/s a průměrem drátu 5,5 mm. [19]

V průběhu válcování je rozvalek smyčkován mezi 13. a 14. stolicí, mezi koncovými nůžkami, dvojbloky a čtyřbloky. [19]

Drát z poslední válcovací stolice prochází průběžnou vodní ochlazovací dráhou tvořenou šesti sekcemi. Na chladicí vodní úsek navazuje unášec a svinovač, který vytváří závity drátu, jež jsou vějířovitě ukládány na řetězový dopravník ve vodorovné (ležící) poloze. Při dopravě na řetězovém dopravníku jsou jednotlivé závity drátu ochlazovány volným prouděním vzduchu. [19]

Při průchodu drátu vodními chladicími dráhami a jeho dopravě na řetězovém dopravníku je tedy zajišťováno ochlazování drátu z doválcovací teploty až na teplotu požadovanou při tvorbě svitků v lisovacích stanicích, které následují za řetězovým dopravníkem. [19]

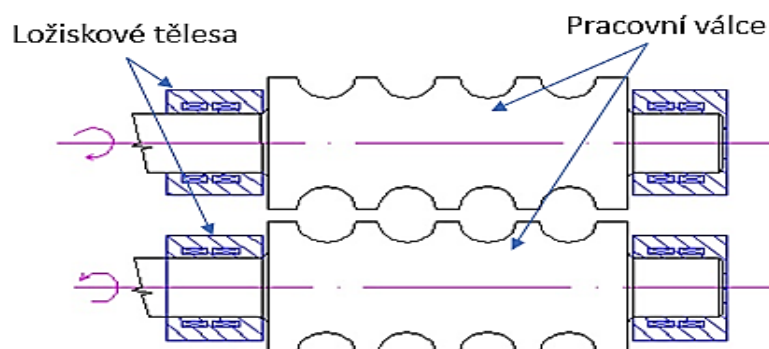
Kompletní schéma válcovny KD a sestava válcovací stolice středního pořadí se všemi prvky jsou k nahlédnutí v přílohách č. 1, 2.

4.1.1 Ložiska válcovacích stolic středního pořadí

Mezi ložiska válcovacích stolic středního pořadí patří ložiska pracovních válců, tzv. ložisková tělesa, a ložiska uložení hřídelů pohonů válcovací stolice.

Ložiska pracovních válců – ložisková tělesa

Každý pracovní válec je na každé straně opatřen ložiskovým tělesem. V ložiskovém tělese je uloženo ložisko viz obr. 25.



Obr. 25) Schéma uložení PV do ložiskových těles [autor]

Pracovní válce jsou společně s ložiskovými tělesy vloženy do tzv. kazety neboli rámu válcovací stolice. Při kompletování pracovních válců je nutno doplnit do každého ložiskového tělesa určité množství maziva (oleje) cca 0,5 l tak, aby ložisko bylo v olejové lázni ponořeno z 1/3 výšky. Tato primární náplň slouží k prvotnímu mazání ložisek při rozběhu válcovací tratě. Po rozběhu válcovací tratě je uveden již ve funkci centrální mazací systém, který doplňuje neboli obnovuje mazivo v ložiskových tělesech během provozu. Přebytečný vzduch a mazivo v ložiskovém tělese je odváděno otvorem v přírubě, která zakrývá ložiskové těleso, viz obr. 26, 27.



Obr. 26) Ložiskové těleso se čtyřřadým kuželíkovým ložiskem [autor]



Obr. 27) Příruba (kryt) ložiskového tělesa s odvodovým otvorem [autor]

Pro válcovací stolice č. 811 jsou používána válivá čtyřřadá kuželíková ložiska s označením 36040 a pro válcovací stolice 12-13 válivá čtyřřadá kuželíková ložiska s označením 36034.

Konstrukce čtyřřadých kuželíkových ložisek je zvláště vhodná pro přenášení extrémního kombinovaného (radiálního a axiálního) zatížení. Axiální únosnost ložiska závisí především na stykovém úhlu, který odpovídá sklonu oběžné dráhy vnějšího kroužku. Sestávají ze dvou dvojitých kuželů, dvou samostatných přírub a jedné dvojité příruby. Kvůli jejich vysoké únosnosti se nejčastěji využívají právě pro uložení válcovacích stolic. [20]

Ložiska uložení hřídelů pohonů

Pro uložení hřídelů pohonů jsou použita ložiska výrobce SKF, pro pohon 8–9, 10–11 jsou to ložiska s označením 22248 K a pro pohon 12–13 ložiska s označením 22244 K. Ložiska pohonů jsou uloženy do ložiskových domků viz obr. 28, které se taktéž, jako ložisková tělesa pracovních válců, plní před samotnou montáží mazivem. Poté zabezpečuje pravidelnou dodávku maziva centrální mazací systém.

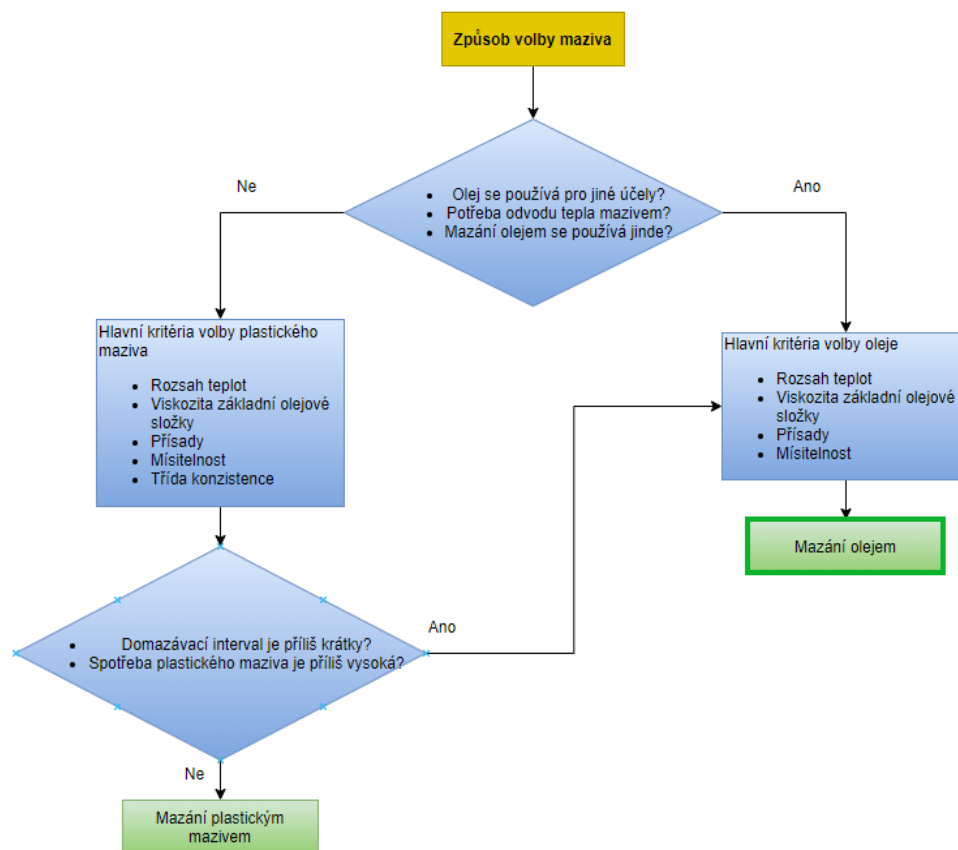


Obr. 28) Ložisková tělesa (2) pro uložení hřídelů (1) pohonů [autor]

Ložisko soudečkové dvouřadé má dvě řady soudečků a společnou kulovou oběžnou dráhu vnějšího kroužku. Dvě oběžné dráhy na vnitřním kroužku svírají určitý úhel s osou ložiska. Ložisko je naklápěcí a může tedy vyrovnávat nesouosost hřídele vzhledem k tělesu či průhyb hřídele. Vzhledem k těmto konstrukčním vlastnostem soudečkové ložisko v podstatě nelze nahradit v mnoha uloženích jinými typy ložisek. Soudečkové ložisko může přenášet kromě radiálního zatížení i vysoká axiální zatížení v obou směrech a svou konstrukcí zaujímají přední postavení na trhu. [21]

4.1.2 Mazivo pro ložiska válcovacích stolic SP

Schéma níže popisuje, jakým způsobem můžeme zvolit mazivo (olej/tuk). Podle daných kritérií např. rozsahů teplot, spotřeby maziva apod., zvolíme pro dané zařízení vhodné mazivo, viz. obr. 29.



Obr. 29) Způsob volby maziva [autor]

Válcovací stolice je zařízení, které musí pracovat přesně, spolehlivě v podmínkách velkého zatížení a extrémních. Ložiska jsou mazána olejem, který zmenšuje tření a odvádí velké množství tepla a tím udržuje nízkou teplotu v ložisku cca 35-40°C. Mazací oleje nesmí za žádných okolností selhat. Významná je odolnost proti oxidaci, na vnitřních površích ložiska se nesmějí vytvářet laky a usazeniny, které by zkrátily životnost ložiska i samotného maziva. [22]

Mazivo chrání povrchy ložiska před rzi díky inhibitoru oxidace v mazivu. Dále mazivo chrání ložisko před nečistotami, nesmí pěnít a mělo by být schopné odlučovat vodu, která je určená k chlazení pracovních válců a se kterou přichází ložisko do styku.

Viskozita mazacího oleje je určena rychlostí a zatížením ložiska. „pohybuje se od 70 do 320 mm².s⁻¹ při 50°C. VI (viskozitní index) je vysoký, nad 80, obvykle 90-95, bod tuhnutí -7 °C, číslo kyselosti max. 0,1 mg KOH/g.“ [22]

Pro mazání ložisek se na trati KD používá mazivo MOL Ultrans EP 320, které splňuje parametry pro mazání ložisek válcovacích stolic. Mazivo je doporučeno používat pro zařízení s vysokým zatížením a vysokou pracovní teplotou, kluzná i válivá ložiska mazaná olejem. Technický datový list maziva je přiložen v přílohách, příloha č .3.

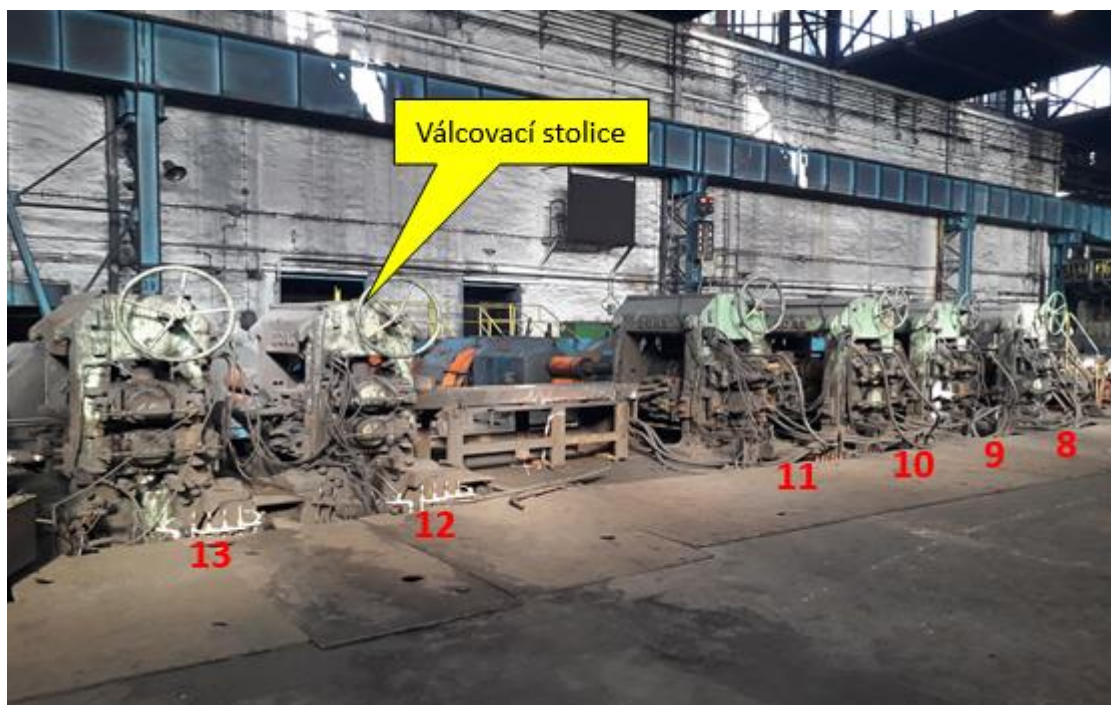
4.2 Centrální mazací systém AMV 60 PM

V době zadání diplomové práce se na válcovně KD využíval k mazání ložisek válcovacích stolic středního pořadí centrální mazací systém pod označením “Ukrajina“ AMV 60 PM olej-vzduch z roku 1994.

Mazací systém je typu olej-vzduch pro mazání a chlazení ložisek pracovních válců a ložisek hřídelů od pohonů válcovacích stolic 8, 9, 10, 11, 12, 13, viz obr. 30, 31. Je určený pro dávkovaný a plynulý přívod maziva pro válivá ložiska pracovních válců a hřídelů válcovacích stolic středního pořadí a jejich chlazení. Tento mazací systém by měl zabezpečovat nepřerušované mazání válivých ložisek válcovacích stolic středního pořadí na trati KD. Systém by měl umožňovat automatický proces mazání, zabezpečovat přívod vzduchu a mazacího materiálu k ložiskům a umožňovat vizuální kontrolu práce napájecích bloků a součástí systému.

Stlačený vzduch je napojen z hlavní větve KD při tlaku 0,4 – 0,45 MPa, vzduch je nesusušený, znečištěný rzi ze stávajících potrubních rozvodů na hale KD. Tento vzduch by měl odpovídat stupni čistoty ne méně jak 12 podle GOST 17433-80 (státní norma unie SSR), což odpovídá obsahu pevných částic maximálně 12,5 mg/m³ a obsahu vody maximálně 3200 mg/m³.

Jako mazací materiál musí používat minerální olej se zvýšenou viskozitou třídy ISO VG 320, ISO VG 460, což splňuje již zmiňované mazivo MOL Ultrans EP 320 v podkapitole 4.1.2.



Obr. 30) Pohled ze přední strany na střední válcovací pořadí [autor]



Obr. 31) Pohled ze zadní strany od pohonů na střední válcovací pořadí [autor]

Na obr. 32, 33 jsou vidět hlavní části centrálního mazacího systému, které se nachází vedle řídicí kabiny na trati KD. Hlavní zařízení CMS tvoří agregát AMV 60 PM, potrubí pro přívod stlačeného vzduchu z hlavní větve a sud pro doplnění mazacího materiálu do agregátu. Od agregátu AMV 60 PM jsou po trati KD vedeny potrubní rozvody oleje a vzduchu dál k blokům napáječů. Od bloků napáječů je vzduch a olej přiváděn do směšovacích jednotek, ze kterých již stačený vzduch unáší mazací materiál do mazaných míst. Stlačený vzduch z hlavní větve KD je určen jak pro provoz pneumatických čerpadel, tak i pro přívod vzduchu potrubním rozvodem k blokům napáječů.



Obr. 32) CMS vedle řídicí kabiny [autor]

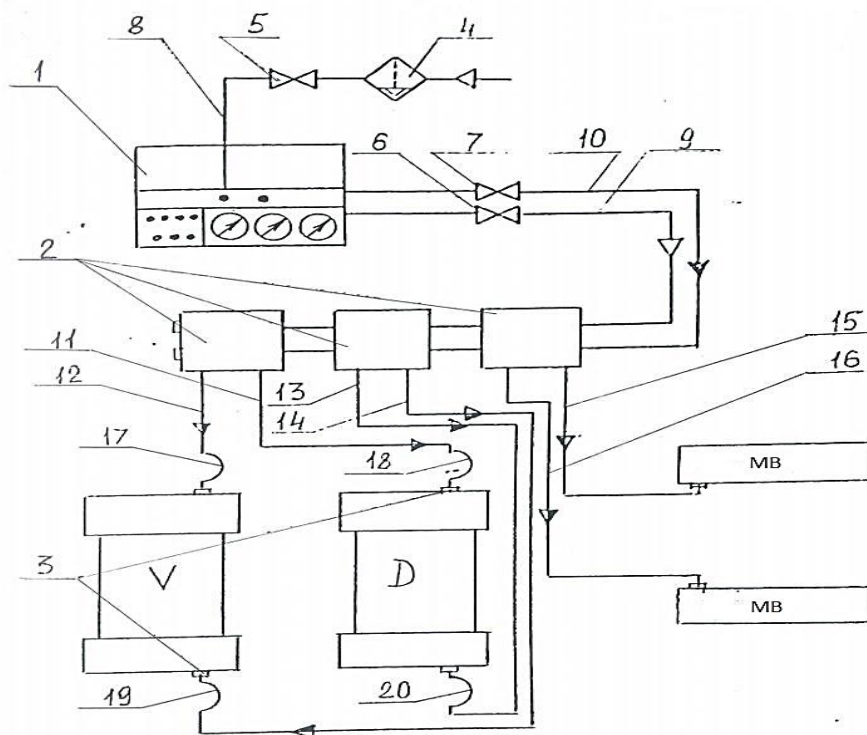


Obr. 33) Agregát AMV 60 PM [autor]

4.3 Základní princip mazacího systému

Princip CMS je ukázán na obr. 34. Tlak ve vzduchovém potrubí mazacího systému je nastaven na cca 0,3 MPa. Tlak vzduchu je kontrolován pomocí manometru, který je umístěn na panelu agregátu. Stlačený vzduch z agregátu je přes hlavní rozvod (poz. 9) přivedený pod tlakem 0,3 MPa k blokům napáječů (poz. 2). Olej postupuje podobně jako vzduch z mazacího agregátu v olejovém potrubí (poz. 10) k blokům napáječů pod tlakem 3–6 MPa. Vzduch a olej prochází přes blok napáječů ke směšovačům a při dosáhnutí tlaku oleje v rozvodu vydá dávku oleje do olejovo-vzdušného potrubí (poz. 11-16). Nastavená dávka oleje je poté stlačeným vzduchem dopravována přes olejovo-vzduchové rozvody k ložiskovým domkům do mazaného místa. Pokud poklesne tlak oleje v olejovém rozvodu na hodnotu 0,05 – 0,1 MPa, směšovače se znovu naplní množstvím oleje, které je na směšovači nastaveno.

Jednotlivé směšovače jsou namontované na bloky napáječů, což umožňuje zvýšit spolehlivost mazacího systému a uskutečnit vizuální kontrolu kvality olejovo-vzdušného mazání na výstupu z každého vývodu směšovače přes průhledné potrubí. Každý směšovač je vybaven regulací spotřeby vzduchu, což umožňuje nastavení hodnoty a režimu mazání. Podle spotřeby se doba mazacího cyklu mění na řídicím panelu na agregátu. Tohle umožňuje obohatit nebo naopak ochudit olejovovzdušnou směs olejem při stanovené spotřebě vzduchu. Rozvodné olejovo-vzdušné potrubí je umístěno na podlaze trati KD, které vedou od směšovačů ke stolicím a dále k ložiskům. Při průchodu olejovo-vzdušná směs překonává tlakovou překážku, kterou vykonává otáčející se ložisko, a směs je poté rozstříkována na valivé těleso i na drážky ložisek. Vzduch vytvářený přebytečným tlakem v ložisku zabraňuje vniknutí nečistot a prachu.



Obr. 34) Základní princip CMS – schéma [23]

4.4 Olejovo-vzduchový agregát AMV 60 PM

Tento agregát je součástí mazacího systému a je určený pro přívod oleje a vzduchu napájecím blokům a k olejovo-vzduchových zásobníkům v soustavě centralizovaného mazání olej-vzduch, který zabezpečuje mazání a chlazení válivých ložisek válcovacích stolic.

Agregát, viz příloha č. 4, obsahuje hlavní a záložní čerpadlo s potřebnými zařízeními na čištění oleje a vzduchu. Agregát je připojen k centrálnímu rozvodu vzduchu v provozu tratě KD. Skládá se z olejové nádrže, do níž se z počátku instalace CMS přes zalévací filtr přiváděl mazací materiál (olej). Na hrdle filtru se nacházelo snímatelné víčko, v jehož těle byl zamontován vzduchový filtr, určený pro čištění vzduchu postupujícího do olejové nádrže. Momentálně se mazací materiál přivádí potrubím, které je permanentně napojené na sud s mazacím materiálem viz obr. 37 a po otevření ventilu stéká do nádrže. Pro vizuální kontrolu hladiny oleje v nádrži slouží olejovník. V dolní části olejové nádrže je umístěn vývod s výpustní zátkou.

Pro zvýšení spolehlivosti práce agregátu je v jeho konstrukci použito dvou čerpadel viz obr. 36 a k tomu dva ovládací panely. To umožňuje agregátu pracovat na kterémkoli čerpadle, druhé je možno sejmout v případě nutnosti provedení opravných prací. Analogicky je možno provádět opravné práce také na ovládacích panelech.



Obr. 35) Agregát AMV 60 PM [autor]



Obr. 36) Pneumatická čerpadla agregátu [autor]

Obě čerpadla společně jsou uchycena ve výklenku olejové nádrže zakrývanou dvířky. Ve výklenku společně s čerpadly byla původně elektroskříňka. Z důvodu velké poruchovosti však byla demontována a instalována na jiné místo. Odběr mazací hmoty čerpadly z olejové nádrže probíhá přes nasávací filtry. Mazací materiál pokračuje pod tlakem z čerpadla přes výstupní filtr na dělicí blok a od něj dále na výstupní hrdlo. Na dělicím bloku jsou umístěny dva uzavírací ventily. Uzavírací ventily jsou určeny pro přepnutí práce agregátu z jednoho čerpadla na druhé.

Na dělicím bloku jsou upevněna dvě dávkovací zařízení, která čistí stlačený vzduch přiváděny k agregátu od vlhkosti, pevných částic, odstraňují kondenzát a mají reduktor pro nastavení automatického udržování tlaku na zadané úrovni.

Na horním víku olejové nádrže jsou umístěny dvě přípojné zástrčky, k nimž je připevněn přední panel agregátu. Na tento panel se montuje manometr, ukazující tlak oleje v tlakovém potrubí, dva manometry pro ukázání tlaku vzduchu ve vzduchovém potrubí po výstupu z dávkovacích zařízení na ovládacím panelu. Shora je rozdělovací blok zakrytý snímatelným krytem. Z druhé strany krytu se nachází připojení k síti.



Obr. 37) Horní panel agregátu AMV 60 PM, přívod oleje [autor]

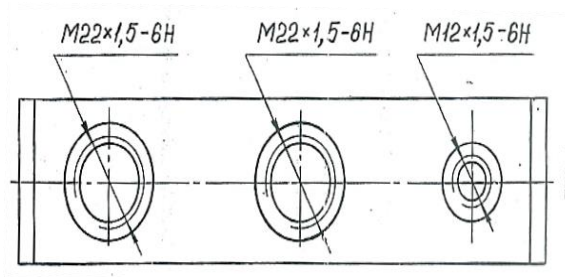


Obr. 38) Přívod vzduchu do agregátu AMV 60 PM [autor]

Po očištění v dávkovacích zařízeních se stlačený vzduch potrubími vede k výstupu viz obr. 39. Přípoje pro výstup jsou závity M22x1,5 pro výstup stlačeného vzduchu a M12x1,5 pro výstup mazací hmoty pod tlakem. Na obr. 40 je vidět schéma jednotlivých výstupů.



Obr. 39) Výstup z agregátu AMV 60 PM
[autor]



Obr. 40) Schéma výstupu z agregátu AMV 60 PM [23]

4.5 Blok napáječe se směšovači

Blok napáječe s jednotlivými směšovači je uložen ve skříni za středním válcovacím pořadím viz obr. 41. Do bloku napáječe obr. 42, 43 je z agregátu přiveden olejovým potrubím olej a vzduchovým potrubím stačený vzduch. Z tohoto napájecího bloku jsou media vedena ke směšovačům, ve kterých jsou dvě složky smíseny.

Směšovače jsou určeny pro dávkování a přívod mazacího materiálu k MB pomocí trvalého proudu stlačeného vzduchu. Spotřeba stlačeného vzduchu se reguluje pomocí šroubu regulace spotřeby na každém směšovači zvlášť, viz příloha č. 5.



Obr. 41) Skříň s rozdělovači a rozvody médií
[autor]



Obr. 42) Napájecí blok se směšovači [autor]

Blok dávkovače se skládá z tělesa, ve kterém jsou umístěné směšovače s regulačním šroubem spotřeby oleje, regulačního šroubu spotřeby vzduchu, trysky, zpětné klapky a nátrubky na přívod oleje a vzduchu do bloku.

Princip směšovače je přímý, jeho znovu nabití se uskutečňuje pomocí pružiny při úbytku tlaku ve výtlaku. Přívod oleje maziva se uskutečňuje dávkovačem při zapnutí čerpadla stanice. Olej od směšovače po kroužkové mezeře trysky přes zpětnou klapku postupuje do olejovo-vzdušného otvoru, odkud je proudem stlačeného vzduchu unášen do mazacího bodu.

Každá směšovací jednotka je opatřena čtyřmi výstupy (olej-vzduch). Olej je z každého vývodu dávkován v objemu $0,5 \text{ cm}^3$. Pro zvětšení objemu dávky oleje pro ložiska pracovních válců jsou na směšovačích sjednoceny vždy dva výstupy. To znamená, že pro jednu válcovací stolic – čtyři ložisková tělesa, je dávkován olej o objemu 1 cm^3 . Směšovač pro ložiska pohonů válcovacích stolic má 4 samostatné vývody. Interval dávkování maziva je nastaven na minimální možný - 1 minuta. Bližší informace o rozdělení maziva jsou uvedeny v příloze č. 6.



Obr. 43) Směšovače [autor]

4.6 Mazací body válcovacích stolic a rozvody mazání

Pracovní válce válcovacích stolic jsou uloženy v ložiskových tělesech. Horní pracovní válec je uložen ve dvou ložiskových domcích, spodní pracovní válec taktéž. Každé ložiskové těleso pracovních válců stolice č. 8, 9, 10 a 11 je opatřen dvěma mazacími místy viz obr. 44, 45, neboli body pro přívod maziva k ložisku. Počet mazacích bodů pro ložiskové tělesa pracovních válců (platí pro stolice 8, 9, 10, 11) jsou 4 na každé straně, tzn. 8 mazacích bodů pro ložiska pracovních válců.



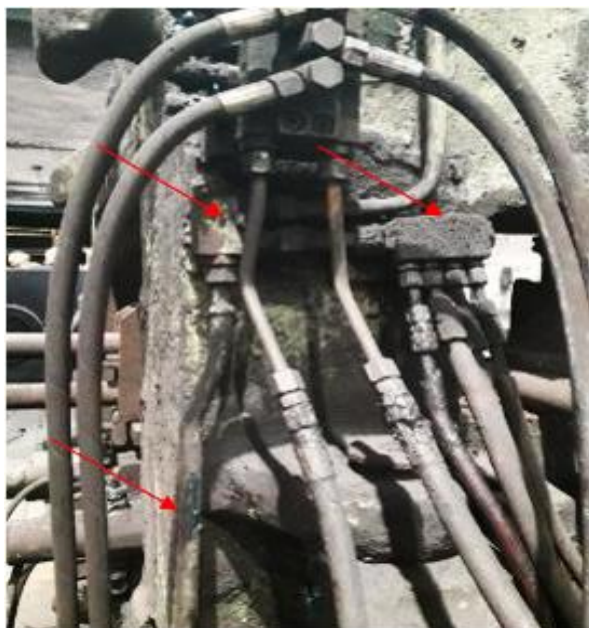
Obr. 44) 4 MB pro mazání ložisek pracovních válců (st. 8-11) – přední strana stolice [autor]



Obr. 45) 4 MB pro mazání ložisek pracovních válců (st. 8-11) – zadní strana stolice [autor]

Mazivo pro mazání ložisek je dopravováno z napájecích bloků, respektive ze směšovačů, potrubními rozvody. Trasa potrubních rozvodů vede po podlaze trati KD a pod válcovací stolice. Tyto rozvody vystupují na přední straně rámu válcovacích stolic. Potrubí rozvody jsou vedeny a připevněny na rám válcovací stolice a dopravují mazivo ke dvoucestným rozdělovačům, viz obr. 46. Od těchto dvoucestných rozdělovačů mazivo putuje do dalších dvou potrubních rozvodů.

První potrubí dopravuje mazací směs ke čtyřcestnému rozdělovači. Na rozdělovač jsou napojeny čtyři hadice. Hadice jsou z rozdělovače připojeny do konkrétních mazacích míst v ložiskovém domku a dopravují mazivo k ložiskům. Druhý rozvod vede přes horní rám stolice taktéž k čtyřcestnému rozdělovači, viz obr. 47, ze kterého je stejným způsobem jako na přední straně dopravováno mazivo pomocí hadic do mazaných míst.



Obr. 46) Detail přívodu hlavního potrubí do dvou a čtyřcestných rozdělovačů [autor]

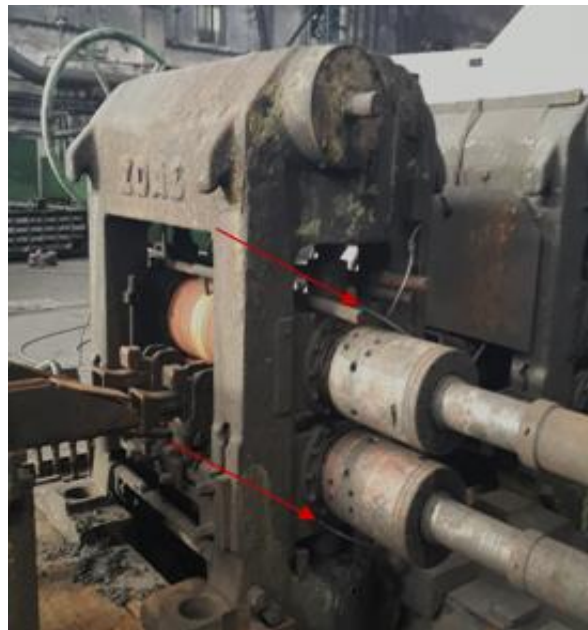


Obr. 47) Detail potrubních rozvodů, rozdělovače na zadní straně válcovací stolice a 2 MB [autor]

Ložisková tělesa válcovací stolice č. 12 a 13 jsou opatřena pouze jedním mazacím bodem viz obr. 48, 49. Potrubní rozvody od směšovačů jsou vyřešeny obdobně jako u válcovacích stolic 8, 9, 10, 11, avšak konečná dávka maziva je z rozdělovačů připevněných na rámu stolice dopravena pomocí hadiček pouze do jednoho mazacího místa v každém ložiskovém tělese.



Obr. 48) 2 MB pro ložiska (st. 12-13) – přední strana [autor]



Obr. 49) 2 MB pro ložiska (st. 12-13) – zadní strana [autor]

Mazací systém slouží také k mazání válivých ložisek, ve kterých jsou uloženy hřídele pro přenos kroutícího momentu od pohonů válcovacích stolic, viz obr 50, 51.

Hřídele spojují jednotlivé pohony s převodovkami a dále je kroutící moment přenášen přes rozvodovky a vřetena na pracovní válce. Válivá ložiska je uložena v ložiskových domech. Pohony pro válcovací stolice jsou celkem tři, pohon pro válcovací stolice (8-9), (10-11) a (12-13). Hřídele každého pohonu jsou uloženy do čtyř ložiskových domků. Celkem je pro uložení hřídelů použito dvanácti ložiskových domků. Jednotlivé ložiskové domky jsou opatřeny pro přívod maziva k válivému ložisku jedním mazacím bodem. Potrubní rozvody pro olej-vzduch vedou od směšovačů do jednotlivých mazacích bodů ložiskových domů.



Obr. 50) Ložiskové domky – uložení hřídelů pohonů [autor]



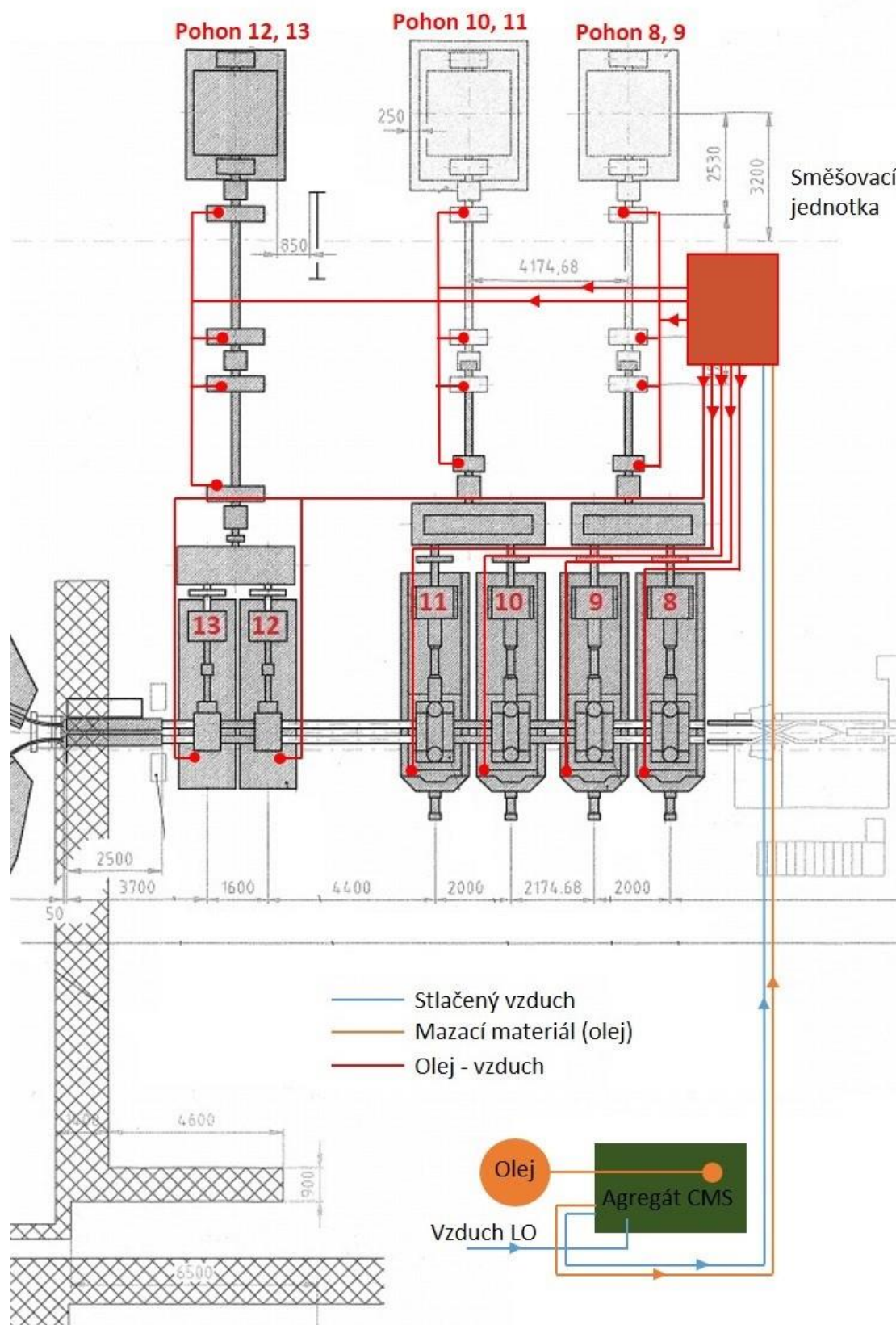
Obr. 51) Ložiskové domky - uložení hřídelů pohonů [autor]

Celkový počet mazaných míst

Tabulka 1) Počet mazaných míst [autor]

Válcovací stolice	Ložiskové domky	Počet mazacích bodů
8	Uložení PV (horní + spodní)	8
9	Uložení PV (horní + spodní)	8
10	Uložení PV (horní + spodní)	8
11	Uložení PV (horní + spodní)	8
12	Uložení PV (horní + spodní)	4
13	Uložení PV (horní + spodní)	4
Pohony válcovacích stolic	Ložiskové domky	Počet mazacích bodů
8-9	Uložení hřídelů pohonů	4
10-11	Uložení hřídelů pohonů	4
12-13	Uložení hřídelů pohonů	4
Celkem mazacích bodů		52

4.7 Původní schéma rozvodů CMS na trati KD



Obr. 52) Schéma starého CMS na trati KD [autor]

4.8 Stav před optimalizací

CMS již neplní požadovanou a spolehlivou funkci pro mazání ložisek válcovacích stolic z mnoha důvodů. Systém je z roku 1994 a za ta léta je již zastaralý. Při dnešní navýšené výrobě válcovaného materiálu je mazací systém pro ložiska válcovacích stolic na hranici jeho výkonnosti.

Nedostačující dávka maziva – zadíraní ložisek

Intervaly pro dávkování maziva už neplní spolehlivou funkci. CMS a jeho parametry jako je čas daného intervalu a množství dávky (maziva) jsou již nedostatečné. Rozsah regulování mezi mazacími cykly tohoto systému je minimálně 1 min při množství $0,5 \text{ cm}^3$ maziva. Mazivo je dopraveno k jednotlivým stolicím jedním potrubním rozvodem, až poté je rozdělováno pomocí rozdělovačů na stolicích do příslušných mazaných míst. Takto řešené rozdělování maziva není ideální. Není zde přítomná žádná diagnostika, zda každé ložisko dostane stejný objem maziva.

Nekryté, nevhodně vedené trasy potrubních rozvodů

Dalším z důvodů, proč už tento systém neplní spolehlivě svou funkci jsou příliš složité vedené potrubní rozvody po trati KD. Potrubní rozvody na některých místech nejsou nijak chráněny. Při válcování dochází často ke smyčkám, viz obr. 53, 54 – vybočení válcovaného materiálu mimo vpustky válcovací stolice do prostoru, kde se potrubní rozvody nacházejí. Tím dochází k poškození nebo úplné deformaci potrubních rozvodů nebo jejich spojů. Do poškozených rozvodů nebo jejich spojů se dostává vlhkost a také voda, která slouží pro chlazení pracovních válců při válcování. Pokud se do mazacího systému dostane voda vznikne v potrubí směs vody a oleje. Tato směs ztrácí mazací schopnost a také dochází k ucpávání jednotlivých trysek rozdělovačů a CMS přestává mazat.



Obr. 53) Smyčka před 13. válcovací stolicí [autor]



Obr. 54) Ležící smyčka na rozvodech mazání [autor]

Úniky maziva na potrubních trasách

Pokud jsou potrubní rozvody nebo jejich spoje poškozeny smyčkou, dochází k únikům maziva přes tyto místa. Směšovač sice dávkuje nastavené množství, ale k ložisku se dostane jen množství minimální a zbytek maziva unikne přes poškozená místa. Při těchto únicích maziva dochází k nedostatečnému mazání ložisek a tím taktéž jejich zadření.

Nedostatečná kontrola funkčnosti

Na trase od napájecích bloků k jednotlivým mazaným místům je systém “slepý“. Na této trase nejsou instalovány např. snímače tlaku, průtoku apod. Kontrolu, zda systém funguje správně, je možné provádět jen vizuálně. Avšak při válcování kontrola není možná z důvodu bezpečnosti pracovníků a tak nemáme jistotu, že je mazivo dopravováno do mazaného místa.

Nedostatek náhradních dílů

CMS je z roku 1994. Při první dodávce byly společně se systémem vytipované i nutné náhradní díly pro spolehlivý provoz systému. V dnešní době ale náhradní díly už nejsou k dispozici. Hlavní díly CMS nejsou měněny za nové. Tyto díly jsou opravované své pomocí všemi možnými způsoby.

Znečištěný stlačený vzduch

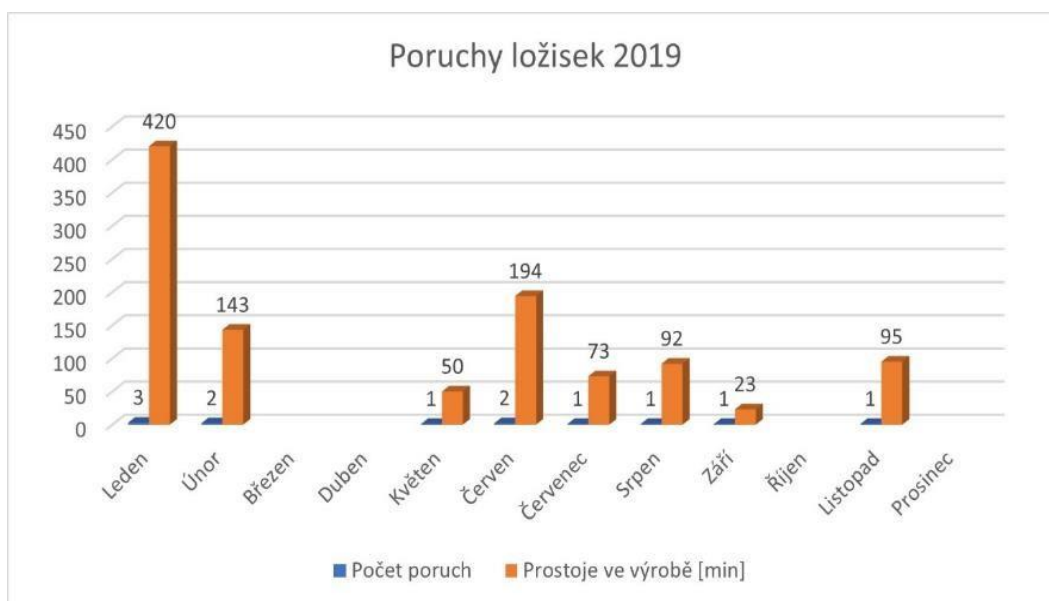
Znečištěný vzduch pro ovládání pneumatických čerpadel agregátu z hlavní větve KD. Stlačený vzduch je znečištěný rzi ze stávajících potrubních rozvodů na hale KD. Nečistoty mohou vést k poškození pneumatických čerpadel.

Z důvodu vysoké poruchovosti je nutné navrhnout a optimalizovat nový centrální mazací systém. Poruchy ložisek společně s prostoji v minutách jsou uvedeny v tab. 2, 3. Pokud se zadře ložisko pracovních válců, musí se vyměnit válcovací stolice s pracovními válci.

4.8.1 Historie poruch ložisek

Poruchovost ložisek dokazují tabulky č. 2, 3 společně s grafy č. 1, 2. Tyto poruchy jsou zapříčiněny zadřenými ložisky válcovacích stolic. Po výměně válcovací stolice probíhají kontroly, zda je CMS funkční. Ve většině případů je funkční a dávkuje mazivo do ložiskových těles. Z tohoto důvodu je patrné, že interval a objem dávky maziva k ložiskům nejsou dostatečné, a přestože je CMS ve funkci ložiska se zadírají. Celkový čas prostoje za rok 2019 a 2020 je 2025 minut.

Poruchy ložisek v roce 2019

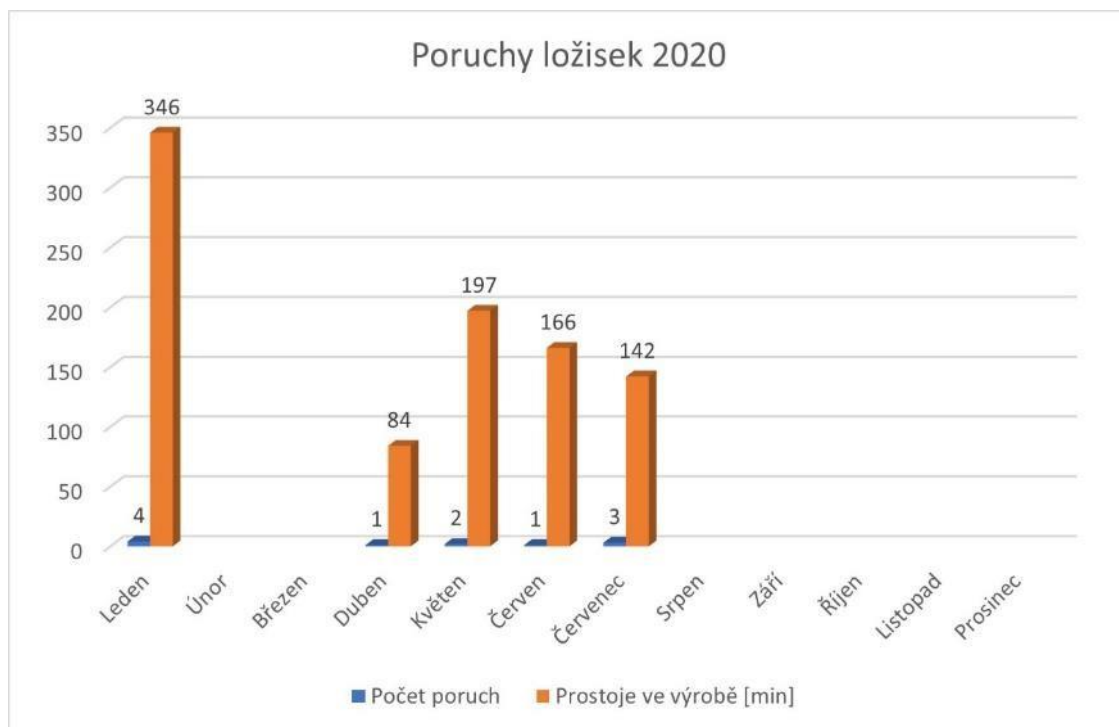


Graf 1) Poruchy ložisek v roce 2019 [autor]

Tabulka 2) Poruchy ložisek v roce 2019 [autor]

ST. č.	Datum	Místo	Čas (min)
12	12.01.2019	Rozsypané ložisko – mazání OK	34
8	21.01.2019	Zadřené spodní ložisko od vřetene – mazání OK, ale je nedostačující	75
10	21.01.2019	Zadřené spodní ložisko od vřetene – mazání OK, ale je nedostačující	311
9	11.02.2019	Přidřené spodní ložisko od vřetene – mazání OK, stoupala teplota	56
11	12.02.2019	Zadřené spodní ložisko od obsluhy	87
12	24.05.2019	Zadřené spodní ložisko od obsluhy, mazání OK	50
10	17.06.2019	Zadřené spodní ložisko od vřetene	103
11	29.06.2019	Zadřené spodní ložisko od pohonu	91
10	12.07.2019	Zadřené spodní ložisko od pohonu, mazání OK	73
8	02.08.2019	Zadřené spodní ložisko od pohonu, mazání OK	92
13	23.09.2019	Zadřené spodní ložisko od obsluhy, mazání OK	23
10	12.11.2019	Zadřené spodní ložisko od pohonu, mazání OK	95
Celkem 2019		Počet incidentů - 12	1090

Poruchy ložisek v roce 2020



Graf 2) Poruchy ložisek v roce 2020 [autor]

Tabulka 3) Poruchy ložisek v roce 2020 [autor]

ST. č.	Datum	Místo	Čas (min)
11	03.01.2020	Zadřené spodní ložisko od vřetene, mazání OK	98
8	04.01.2020	Zadřené spodní ložisko od vřetene, mazání OK	42
13	15.01.2020	Zadřené horní ložisko od vřetene, mazání OK	50
13	19.01.2020	Přidřené horní ložisko od vřetene, mazání OK	156
10	23.04.2020	Zadřené spodní ložisko od pohonu, mazání OK	84
13	17.05.2020	Zadřené horní ložisko od obsluhy, mazání OK	120
10	22.05.2020	Zadřené spodní ložisko od pohonu, mazání OK	77
12	14.06.2020	Zadřené horní ložisko od obsluhy, mazání nedostatečné	166
12	20.07.2020	Zadřené horní ložisko od obsluhy, mazání OK	49
9	21.07.2020	Zadřené spodní ložisko od pohonu, mazání OK	47
9	22.07.2020	Zadřené horní ložisko od obsluhy, mazání OK	46
Celkem 2020		Počet incidentů - 11	935

5 NÁVRHY K OPTIMALIZACI MAZACÍHO SYSTÉMU LOŽISEK

Vzhledem k velké poptávce válcovaného materiálu by měla válcovací trať být připravena válcovat bez prostojů na výrobu a poruch. Velké časové prodlevy znamenají nižší výrobu a tím finanční ztráty. Pokud má být válcovna KD konkurenceschopná, musí se tyto prodlevy co nejvíce minimalizovat. Největší množství poruch a časových prostojů jsou na trati KD zapříčiněné zadřenými ložisky válcovacích stolic SP – nedostatečným mazáním. Z tohoto důvodu je zapotřebí navrhnout nový, spolehlivější CMS.

Nově navržený CMS musí být navržen tak, aby byly splněny požadavky na snižování výrobních nákladů, zvyšování životnosti výrobního zařízení a zvyšování kvality výrobků. Účelem nového centrálního mazacího systému je zlepšení a zvýšení četnosti a objemu dodávky oleje do ložisek válcovacích stolic SP a odstranit tím všechny nedostatky (viz podkapitola 5.8) starého CMS. Zastaralý CMS pod označením “Ukrajina“ je na hranici výkonosti a nelze zvýšit frekvenci ani objem obsahu dodávky oleje do ložisek stolic. Cílem je snížení poruchovosti válcovacích stolic, zabránění zadíraní ložisek a tím zvýšení dostupnosti tratě.

5.1 Základní technické požadavky

Hlavním úkolem je nahradit již zastaralý CMS, který již není schopen plnit požadavky pro mazání novým CMS. Nový mazací systém bude pracovat na stejném principu olej-vzduch, zajistí kvalitní ztrátové mazání ložisek používaných pro uložení válcovacích stolic.

CMS musí umožňovat použití nynějšího používaného mazacího oleje (viskozita 320), dále umožňovat seřiditelné dávkování oleje do jednotlivých větví systému podle požadavků pro jednotlivé typy používaných ložisek. Nádrž pro mazací olej u mazacího agregátu musí být napojena na rozvod oleje přímo ze sudu. Plnění nádrže bude prováděno manuálně otevřením ventilu na základě min. hladiny olejové nádrže agregátu. Hladina oleje bude monitorována pomocí vizualizace na obrazovkách v kabinách operátoru výroby trati KD. Mazací systém musí být vybaven také čidly (tlakové, průtokové) pro vlastní diagnostiku zařízení a pro diagnostiku poruch.

Rozvod stlačeného vzduchu musí být rozdělen na dva okruhy. Jeden okruh bude z hlavní větve tratě KD pro přívod stlačeného vzduchu přes vzduchovou jednotku k mísícím blokům (otevřený okruh). Druhý okruh bude realizován pomocí nových kompresorů a bude sloužit pro provoz pneumatických čerpadel agregátu, dopravu oleje ke směšovacím jednotkám (uzavřený okruh). Obě větve stlačeného vzduchu budou propojené, opatřeny kulovým ventilem. Pokud vypadne z funkce kompresor ventil se otevře a stlačený vzduch bude dodáván pro obě jednotky z hlavní větve KD.

V důsledku častého mechanického poškození CMS a rozvodů pro jednotlivá média je nutné navrhnout a vyspecifikovat místo pro samotný agregát a navrhnout nové trasy pro jednotlivé rozvody médií, popřípadě jiný způsob ochrany. Tato inovace bude sloužit i k bezpečnějšímu užívání CMS.

Počet mazacích míst není nijak upravován. Počty mazacích míst v ložiskových tělesech a ložiskových domcích zůstávají stejné a to celkem 52 mazacích míst, viz podkapitola 4.6.

Ovládání a monitorování systémů bude začleněno do nynějšího řídicího systému válcovny. Pro snadnou kontrolu budou jednotlivé funkce zobrazeny doplňkovými symboly na stávající používané vizualizaci procesu válcování prostřednictvím nově vytvořené obrazovky v monitorovacím systému válcovny trati KD. Ovládání bude možné také místně skrz dotykovou obrazovkou na rozvaděči pro snadné nastavování a kontrolu jednotlivých funkcí. Tyto funkce budou zabezpečeny heslem.

Pro úsporu maziva a veškerých energií společně se zvýšením životnosti rotujících prvků (ložisek) bude CMS nastaven do dvou pracovních režimů:

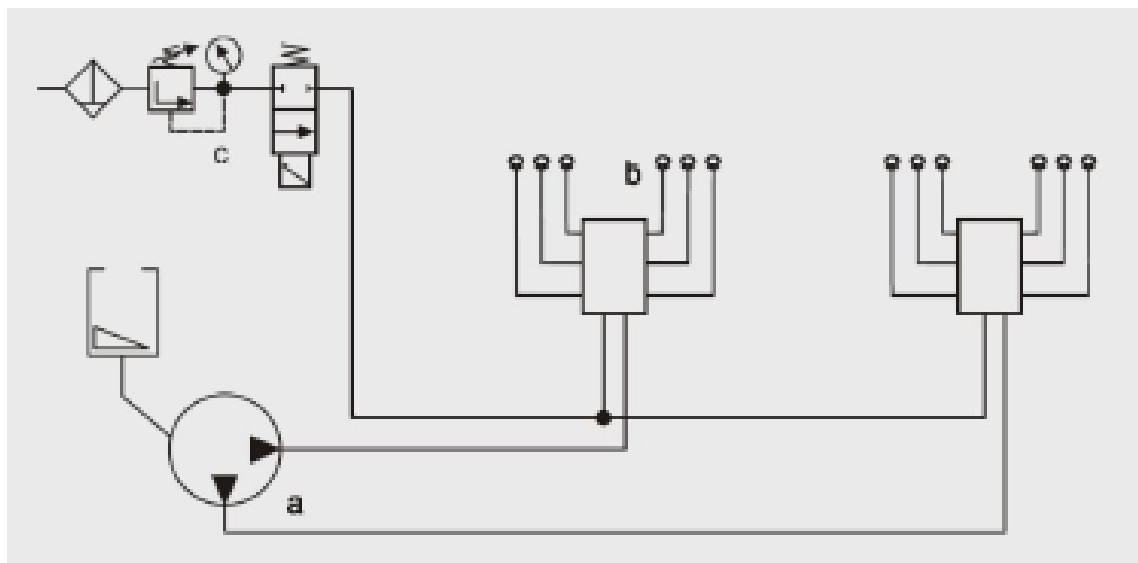
- automatický systém – automatická funkčnost CMS, jeho spuštění a vypínání se bude řídit podle činnosti tratě. Na základě nastavených podmínek bude CMS automaticky odstaven nebo naopak spuštěn.
- manuální režim – ruční spuštění CMS prostřednictvím servisní obrazovky či místního tlačítka.

5.2 Optimalizace

Posouzením všech výše uvedených kritérií pro nový CMS bylo vybráno řešení, které nejlépe vyřeší stav a vylepší provozuschopnost zařízení. Z těchto důvodů vyšla nejlépe optimalizace, která spočívá ve změně CMS, avšak se zachováním principu mazání na trati KD systémem olej-vzduch. Nově navržený CMS je systém olej-vzduch s postupným dávkováním oleje se směšovacími jednotkami typu DLOV. Tento systém se využívá pro mazání valivého uložení pracovních a opěrných válců válcovacích stolic s vysokými otáčkami, s nutností odvádět teplo a vytěšňovat prach. Tento systém se směšovacími jednotkami DLOV je nejčastěji využívaným systémem pro tento typ průmyslu a jeho efektivní provedení odolává těžkým podmínkám hutního provozu. Další možností by bylo využít např. jednopotrubní systém, ten však není konstruován pro tak vysoký počet mazaných míst.

Obecný princip nového CMS

„Olejová část systému je tvořena čerpadlem (a), které je výtlačným vedením spojeno se směšovací jednotkou (b) přímo, případně přes primární progresivní rozdělovač SSV. Čerpadlo je napojeno na zásobník oleje. Vzduchovou část tvoří vzduchová jednotka (c) s uzavíracím ventilem, ze které se vzduch přivádí do směšovací jednotky. Jednotky DLOV mají 4, 6, 8, nebo 10 sekcí pro napojení 4–10 mazaných míst. Směšovací jednotka se skládá z progresivního rozdělovače a mísicího bloku. Jednotková dávka oleje na jeden vývod a jeden zdvih pístku je $0,2 \text{ cm}^3$. Směšovací jednotka je na vstupu vzduchu osazena škrtícím ventilem, který umožňuje nastavit průtok vzduchu pro celou směšovací jednotku. Progresivní rozdělovač směšovací jednotky může být osazen bezdotykovým spínačem kontrolou funkce. Součástí připojení k mazaným místům jsou hadice a rychlospojky.“ [24]



Obr. 55) Schéma postupného CMS olej-vzduch [24]

5.3 Hlavní části optimalizovaného CMS

Optimalizovaný mazací systém se bude skládat z pěti hlavních částí. Každá část bude jednotlivě navazována na další a společně budou tvořit CMS a zprostředkovávat mazání ložisek válcovacích stolic. Výhodou oproti starému CMS bude jednoduchost, diagnostikovatelnost a snadný přístup.

Technologie CMS SP bude sestavena z pěti hlavních částí:

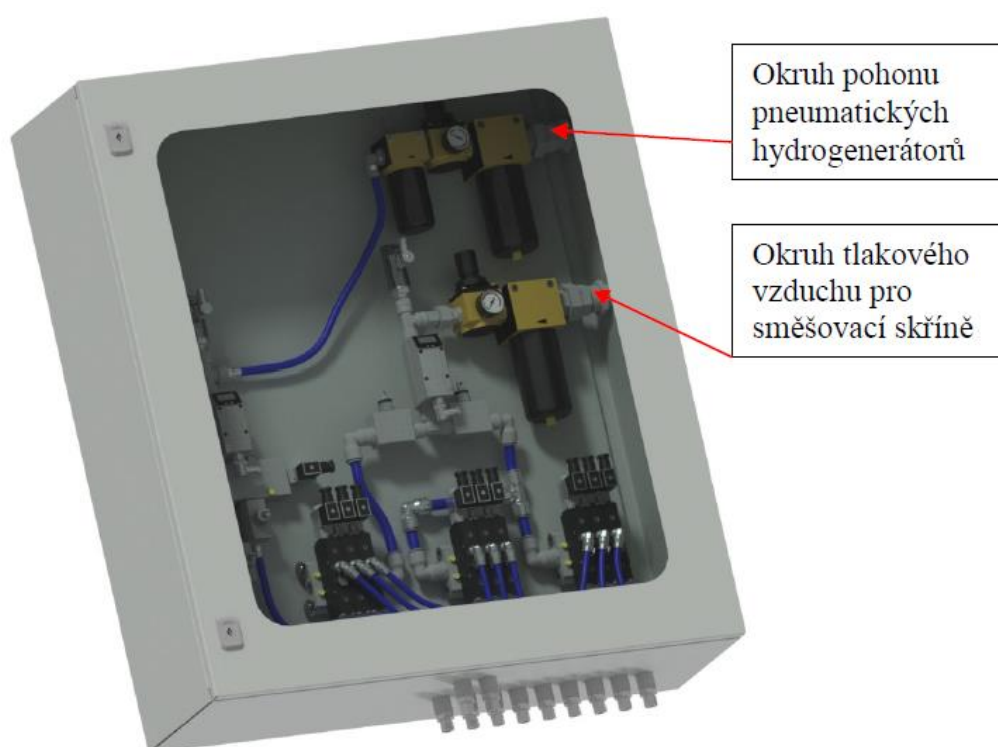
1. Vzduchová stanice
2. Čerpací stanice (agregát)
3. Směšovacích jednotek
4. Elektrozařízení
5. Rozvody vzduchu a oleje

5.3.1 Vzduchová stanice

Vzduchová stanice slouží k úpravě stlačeného vzduchu = filtrace vzduchu od pevných částic a kapalin, popřípadě přimazává vzduch. Vzduch po úpravě musí být čistý, aby nezpůsobil poruchu pneumatických částí. Vzduchová stanice na úpravu vzduchu bude mít dvě vzduchové jednotky, viz obr. 56.

Jednotky vzduchové stanice:

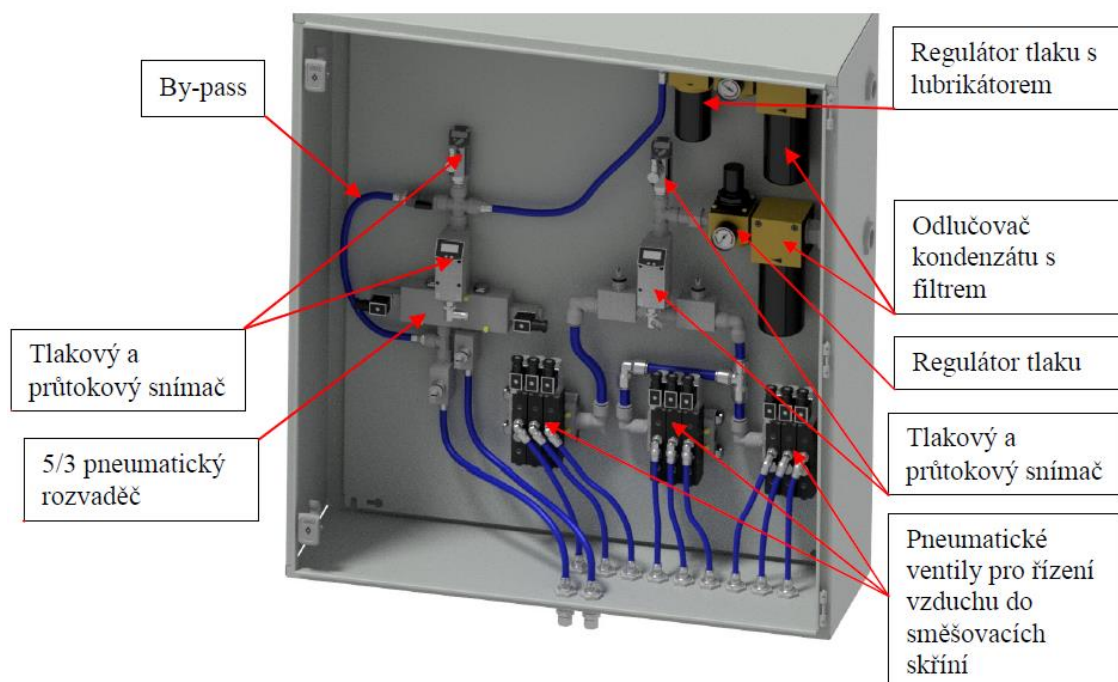
- první jednotka, pro přívod vzduchu ke směšovačům bude napojena na stávající tlakový rozvod z hlavní větve tratě KD,
- druhá jednotka, pro přívod vzduchu pro ovládání pneumatických čerpadel bude napojena na nový rozvod z kompresoru.



Obr. 56) Vzduchová stanice [23]

Vzduchové jednotky se všemi prvky budou uloženy do skříně, která bude prosklená a uzamykatelná, odpovídajícího IP krytí s přípojkovou pojistkovou skříní. Na výstupu vzduchu (hlavní větev, kompresor) budou umístěny ruční uzavírací kohouty.

Tyto jednotky slouží jako zdroj stlačeného vzduchu pro tvorbu směsi olej-vzduch ve směšovacích jednotkách a jako zdroj stlačeného vzduchu pro ovládání pneumatických čerpadel. Součásti jednotek budou snímače tlaku a průtoku napojené na ŘS, pro snadnější diagnostikování poruch. Tyto signály budou navedeny do ŘS a také na obrazovku operátorské kabiny.



Obr. 57) Skříň se vzduchovými jednotkami [23]

Vzduchová jednotka pro směšovače DLOV je složena ze:

- vzduchový filtr s odlučovačem typ WAIRCOM,
- regulátor tlaku vzduchu se zabudovaným manometrem typ WAIRCOM,
- snímač tlaku s displejem s analogovým výstupem typu PN3594 – IFM,
- snímač průtoku s displejem s analogovým výstupem typu SD6050 – IFM,
- škrtkovací ventil – regulace průtoku vzduchu typu LDF-DV 12 E – TUBES,
- ventilový blok s 9ti elektromagnetickými pneumatickými ventily (rozvaděči) (EKCA2 SUC/SUC – TUBES) pro řízení proudění vzduchu v pneumatickém systému pro směšovače DLOV,
- hadice průměr 15 mm, průměr 10 mm.

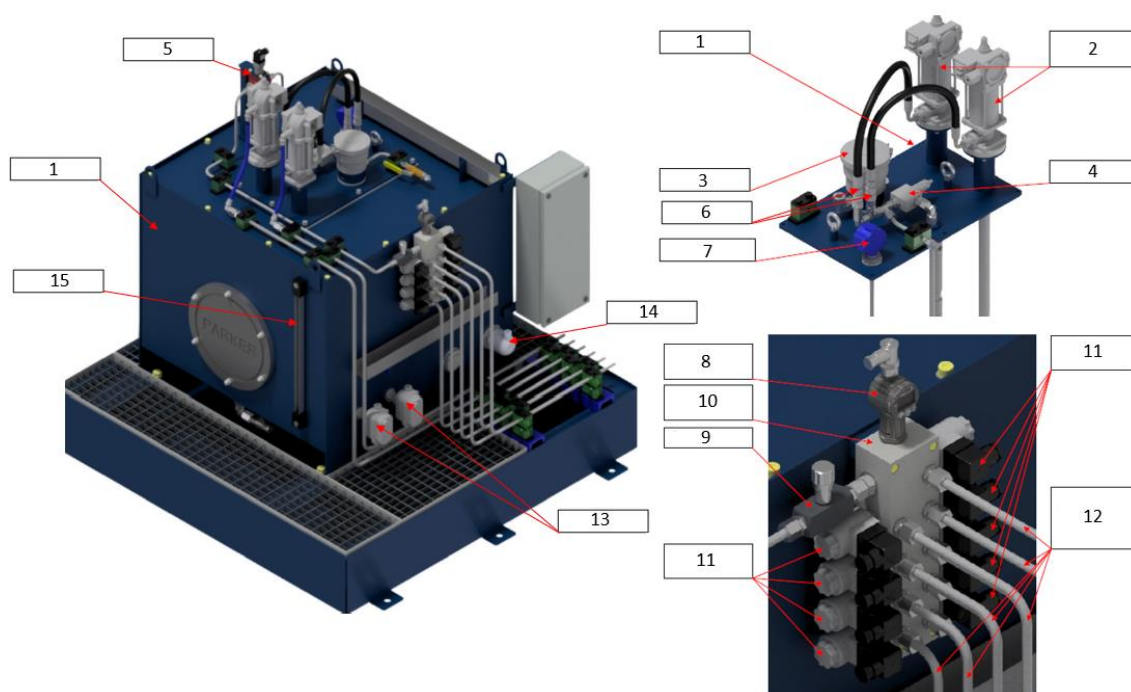
Vzduchová jednotka pro ovládání pneumatických čerpadel:

- vzduchový filtr s odlučovačem typ WAIRCOM,
- regulátor tlaku vzduchu s manometrem typ WAIRCOM,
- lubrikátor vzduchu typu EZL2PM – WAIRCOM,
- snímač tlaku s displejem s analogovým výstupem typu PN3594 – IFM,
- snímač průtoku s displejem s analogovým výstupem typu SD6050 – IFM,
- BY-PASS – pro nouzové spuštění primárního čerpadla,
- elektromagnetický pneumatický ventil se škrtkovacími ventily pro řízení toku vzduchu pro ovládání pneumatických čerpadel (1, 2),
- hadice průměr 15 mm,
- škrtkovací ventil – regulace průtoku vzduchu.

5.3.2 Čerpací stanice (agregát)

Jednotka, viz obr. 58, je samostatné zařízení a je jako celek zdrojem tlakové kapaliny pro napájení směšovací jednotky mazacího systému. Zajišťuje dostatečný tlak a průtok pro mazání ložisek válcovacích stolic.

Součástí čerpací stanice bude nádrž pro mazací materiál (olej), která bude oproti starému CMS větších rozměrů. Nová nádrž z ocelového plechu bude mít objem 300 l, s rozměry 500x340x120. Nádrž bude zateplená izolací a se záchytnou vanou. Na nádrži budou umístěné jednotlivé prvky CMS (čerpadla, filtry apod.), včetně olejového rozvodu, ovládacích a diagnostických prvků.



Obr. 58) Čerpací stanice (agregát) se vzduchovou stanicí a nepojenými rozvody vzduch – olej [23]

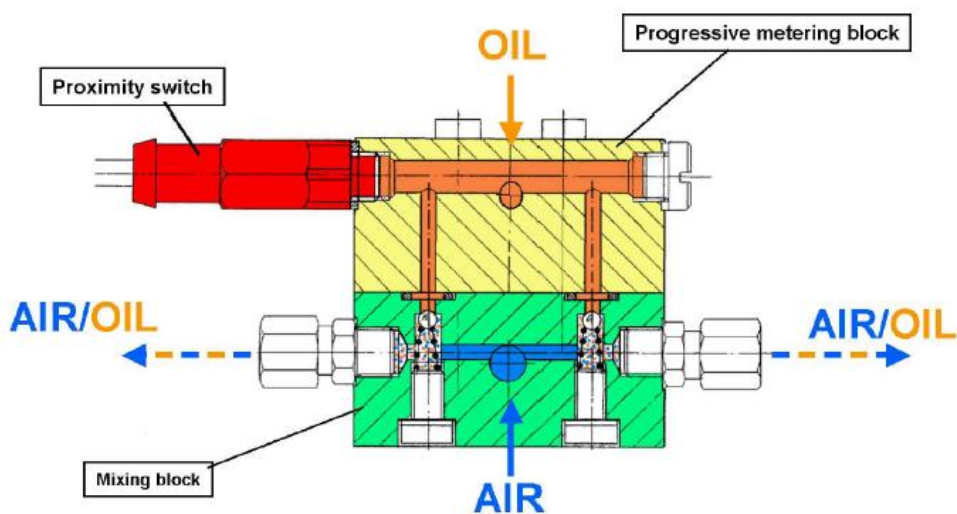
Prvky čerpací stanice:

- olejová nádrž (300 l) obdélníkového průřezu s ocelovým víkem a okapovou vanou (poz. 1),
- 2x pneumatické čerpadlo typu LUBRIGEN s tlakovým převodem 50:1 pro čerpání oleje z nádrže, jedno čerpadlo je ve funkci a druhé je záložní – záskok, (poz. 2),
- vzduchový filtr s nalévacím otvorem (poz. 3),
- tlakový přepouštěcí ventil se zpáteční větví do nádrže (poz. 4),
- tlakový filtr se snímačem zanesení a s BY-PASS ventilem (poz. 5),
- 2x zpětný ventil (poz. 6),
- snímač hladiny s elektrickým kontaktem (minimální hladina) (poz. 7),
- elektronický analogový tlakový snímač s displejem – kontrola výtláčného tlaku čerpadel (poz. 8),
- škrťací ventil – výtlak (poz. 9),
- ventilové bloky - 5 a 4 sekční (poz. 10),

- 9x sedlový elektromagnetický ventil (poz. 11),
- tlakové výstupy ke směšovací skříním, potrubí – olej (poz. 12),
- 2x termostat (ohřev, havarijní teplota), (poz. 13),
- topná spirála (poz. 14),
- optický stavoznak (poz. 15).

5.3.3 Směšovací jednotky DLOV

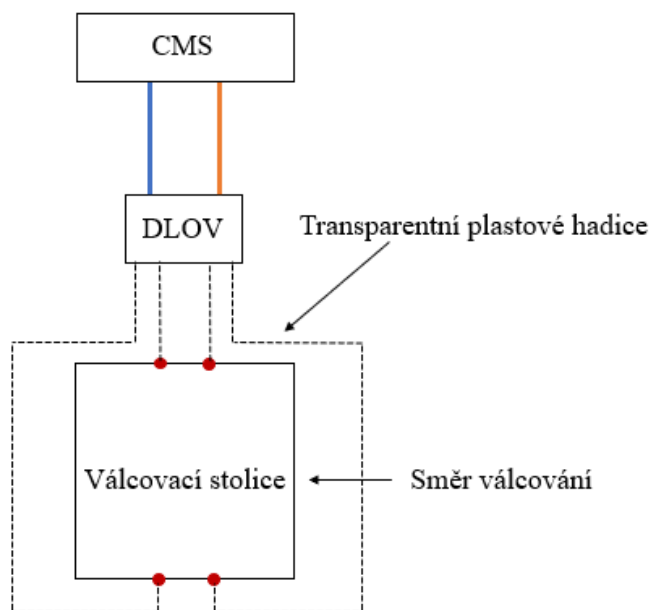
Směšovací jednotky, viz obr. 59, slouží ke tvorbě směsi olej-vzduch. Směšovací jednotka DLOV jsou jednotky samostatně nastavitelné pro dávkování do jednotlivých mazacích větví. Každá stolice a každý pohon má svoji směšovací jednotku. Součástí těchto jednotek budou kontrolní prvky.



Obr. 59) Řez směšovací jednotkou DLOV [25]

Funkce jednotky DLOV

Jednotka DLOV je složena z mísícího bloku a progresivního rozdělovače. Zdrojem tlakového maziva je pneumatické čerpadlo umístěné na olejové nádrži. Výtlak z čerpadla je přiveden do progresivního rozdělovače SSV. Pro nový CMS bude použito DLOV jednotek s 8-mi vývody. V progresivním rozdělovači je mazivo rozdělováno do jednotlivých vývodů s konstantní dávkou maziva $0,2 \text{ cm}^3$. Z každého vývodu rozdělovače SSV je dávka maziva přiváděna do mísícího bloku. Na přívodu tlakového vzduchu do směšovací jednotky je umístěn škrticí ventil (matice) pro úpravu průtočného množství vzduchu. Ve směšovacím bloku tlakový vzduch strhává částice oleje a vzniklou směs odnáší do mazaného místa. Na výstupy ze směšovací jednotky se připojí transparentní hadice přímo do mazaných míst. [25]



Obr. 60) Schéma napojení transparentních hadiček do mazaných bodů [autor]

Minimální délka rozvodu (transparentních hadic) je 0,5 m a maximální délka je 10 m. Správná délka rozvodu je důležitá pro rovnoměrný výdej směsi oleje se vzduchem. Progresivní rozdělovač je vybaven detektorem písku (speciálním indukčním snímačem), který hlídá funkci pohybu písku v rozdělovači – signalizuje pohyb maziva rozdělovačem. Hlavní výhodou je nastavení počtu dávek (počet chodu písku) viz, obr. 61.



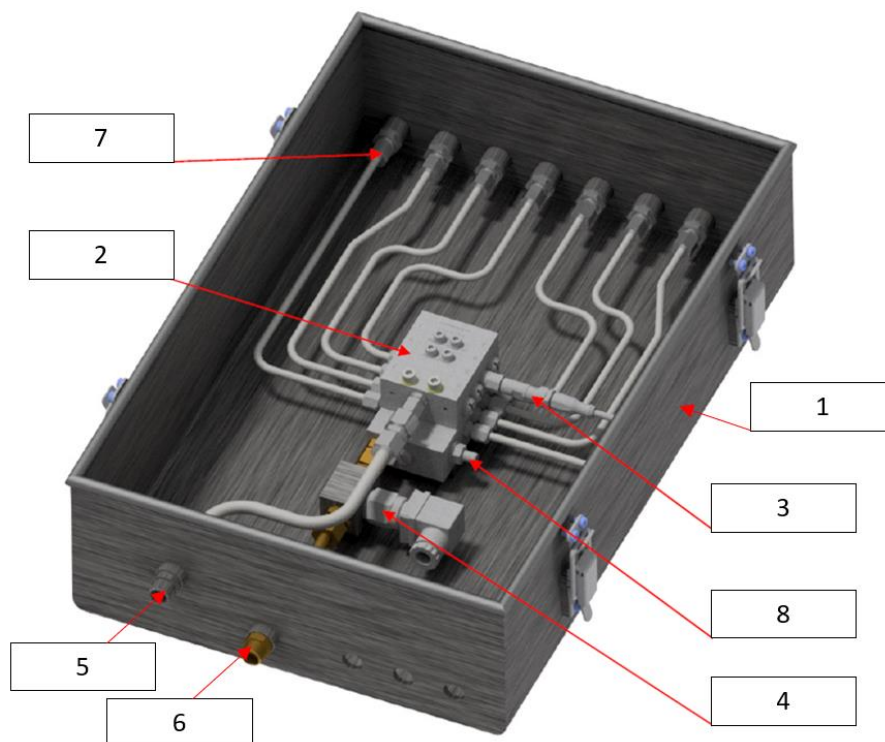
Obr. 61) Pískový detektor [26]

Na vstupu vzduchu do mísícího bloku bude umístěn snímač tlaku, pro diagnostiku stlačeného vzduchu viz, obr. 62.



Obr. 62) Tlakový spínač [27]

Jednotky DLOV budou společně s kontrolními prvky uloženy do nerezových skříní, viz obr. 63. Tyto skříně budou ochranného charakteru. Skříně budou voděodolné z nerezové oceli. Skříň chrání směšovací jednotky DLOV proti vodě, prachu a mechanickému poškození.



Obr. 63) Ochranná skříň se směšovací jednotkou DLOV [23]

Prvky směšovací stanice:

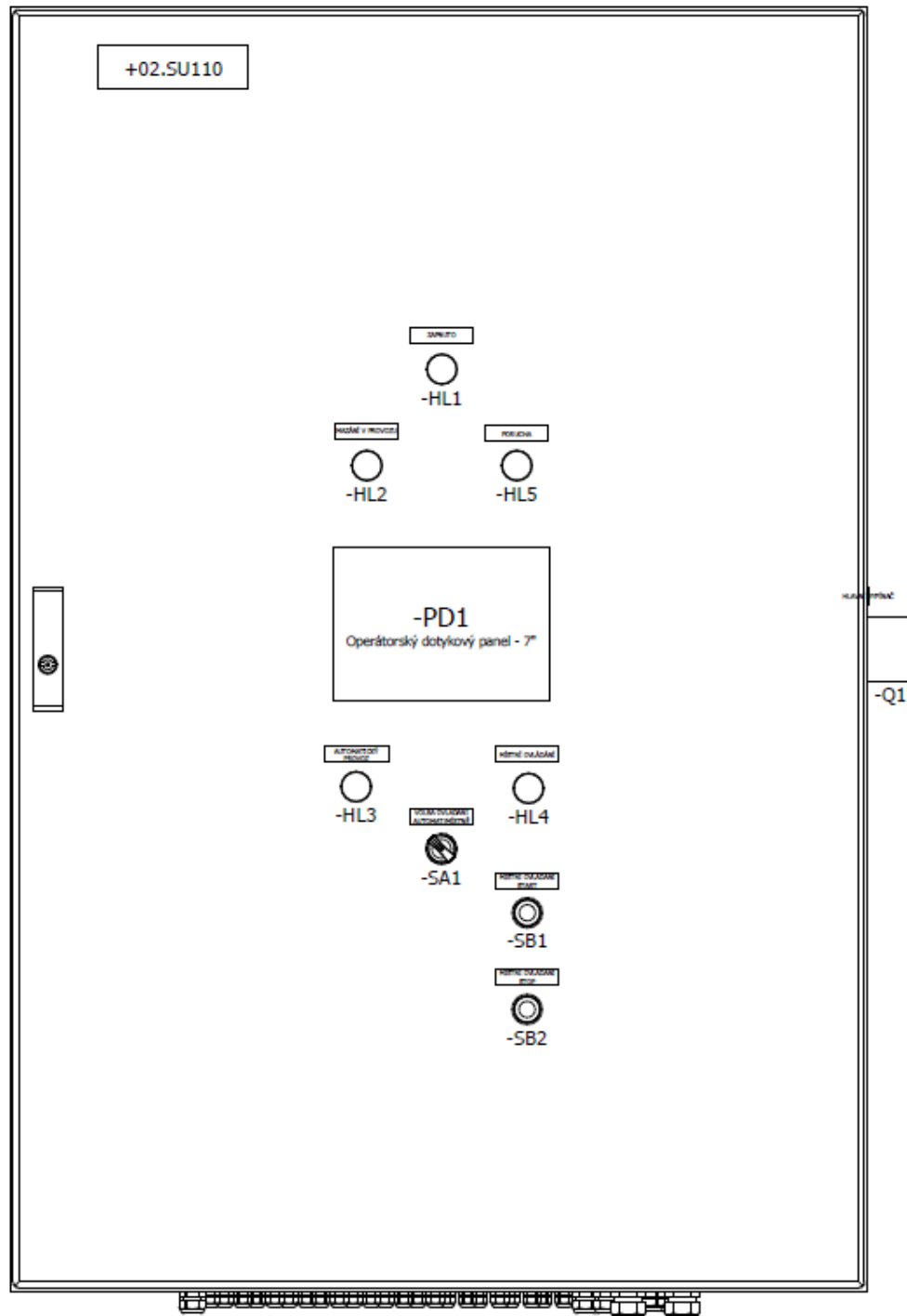
- ochranná skříň (poz. 1),
- progresivní rozdělovač SSV (poz. 2),
- detektor pístku (poz. 3),
- tlakový spínač (poz. 4),
- přívod oleje (poz. 5),
- přívod vzduchu (poz. 6),
- výstup k mazaným místům (olej – vzduch) - přímá spojka (poz. 7),
- mísící blok (poz. 8).



Obr. 64) Přímá spojka MPC 1038 [28]

5.3.4 Elektrozařízení

Plechový rozvaděč s krytím (IP65) viz, obr. 65, bude umístěn v prostorách v blízkosti mazacího agregátu a vzduchové stanice. Rozvaděč je vybaven zdrojem 24VDC, PLC ABB AC500, jističi, optickým patchpanelem pro spojení optického komunikačního kabelu, ovládacím dotykovým HMI panelem, ovládacími a signalizačními prvky (tlačítka a signálky). PLC je připojen nastávající datovou trať – průmyslový ethernet.



Obr. 65) Rozvaděč [23]

Rozvaděč:

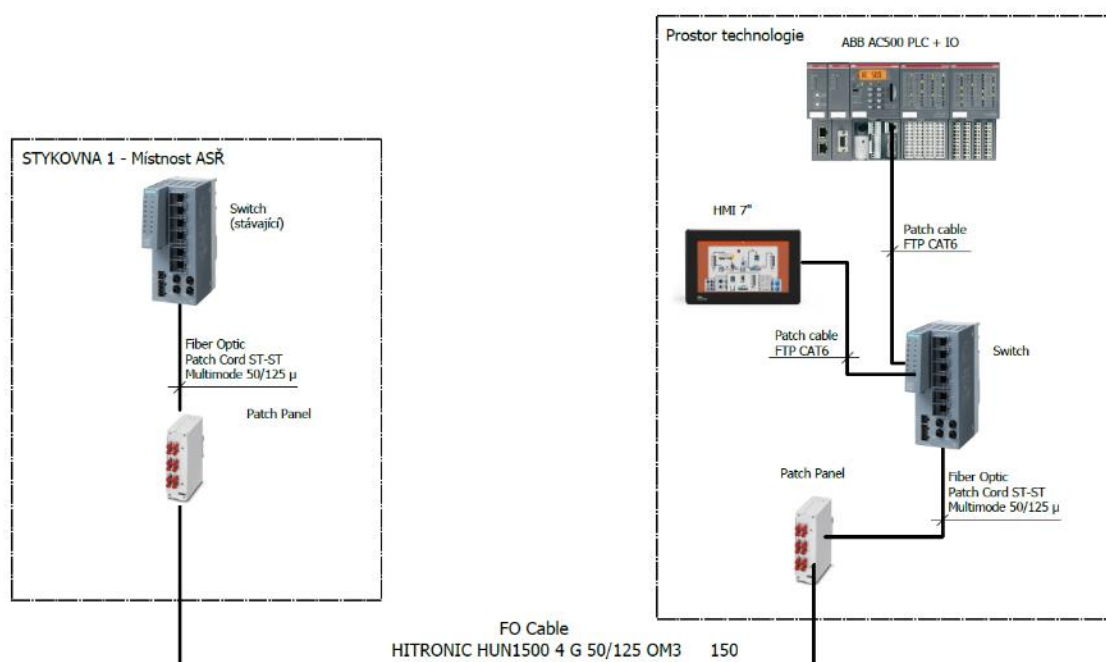
- Q1 – hlavní vypínač,
- HL1 – rozvaděč pod napětím (kontrolka),
- HL2 – mazání v provozu (kontrolka), HL3 – automatický provoz kontrolka,
- HL4 – místní ovládání (kontrolka),
- HL5 – porucha (kontrolka),
- PD1 – dotykový panel 7“,
- SA1 – volba ovládání (automat/manuál),
- SB1 – místní ovládání start,
- SB2 – místní ovládání stop.

Ovládání – automatický provoz

Systém funguje automaticky v závislosti na signálech z ŘS válcovací tratě dle základního nastavení v ŘS.

Ovládání – místní provoz

CMS je ovládán obsluhou manuálně z panelu HMI a pomocí tlačítek na dveřích rozvaděče. Tyto funkce jsou zaheslovány, po zadání hesla můžou být nastavené funkce aktualizovány.



Obr. 66) Schéma HW konfigurace [23]

Konfigurace řídicího systému je zobrazena, viz obr. 66. První úroveň řízení se skládá z PLC ABB AC500, které je umístěné v rozvaděči. PLC je připojen na stávající datovou síť – průmyslový ethernet. Ovládání a monitoring systému CMS bude začleněn do stávajícího řídicího systému (ŘS) válcovny KD. Funkce a činnost bude zobrazena doplňkovými symboly na stávající vizualizaci procesu válcování prostřednictvím nově vytvořené obrazovky v monitorovacím systému válcovny situovaném na operátorské kabině KD. Parametry systému a jejich řízení bude probíhat prostřednictvím nově vytvořené obrazovky v monitorovacím systému KD.

Pro signalizaci stavu CMS bude přímo na trati umístěn tzv semafor. Signalizační sloupek se třemi barvami stavu CMS:

- zelená – automatický chod CMS,
- žlutá – manuální chod CMS,
- červená – porucha CMS.

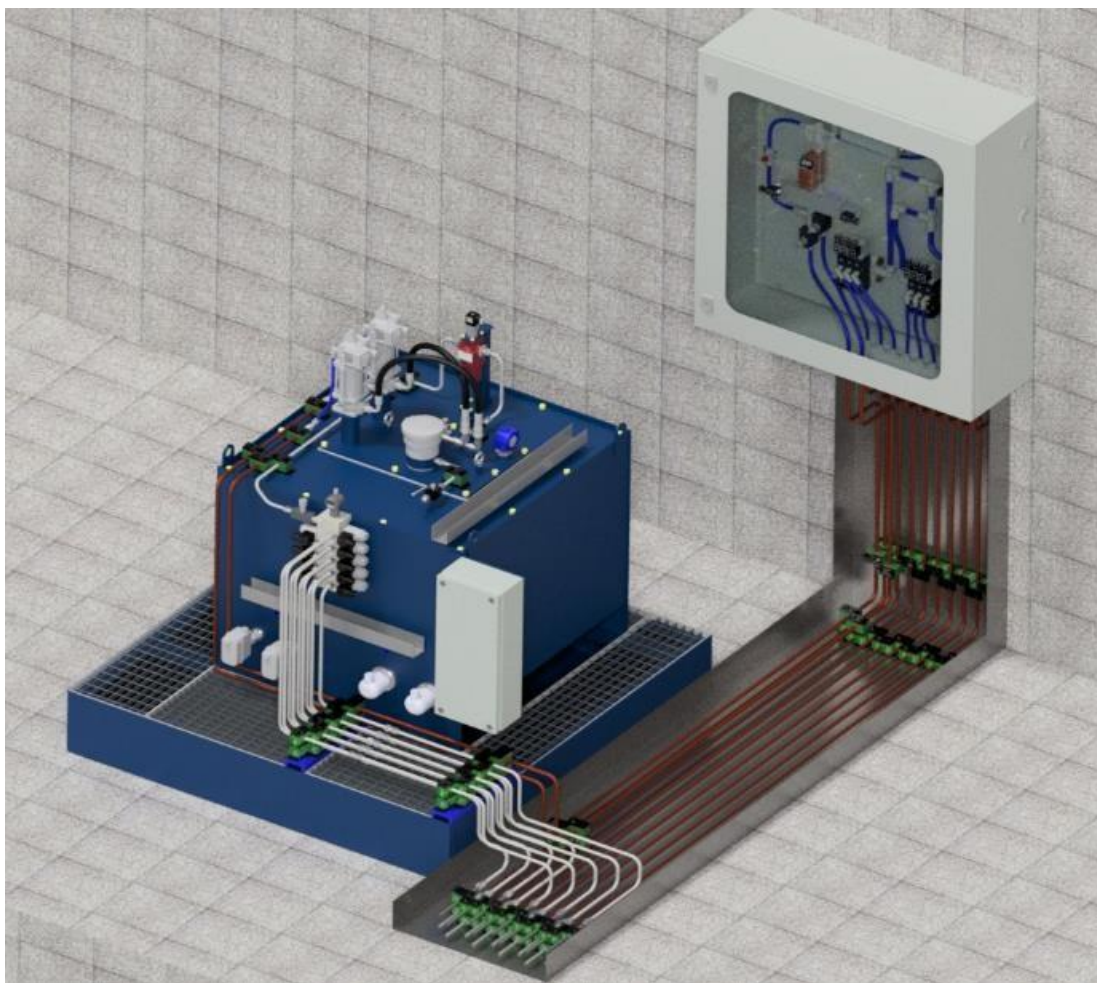
5.3.5 Rozvody vzduchu a oleje

Rozvod mezi olejovým agregátem a jednotlivými směšovacími jednotkami DLOV bude tvořen ocelovou nerezovou trubkou. Rozvod mezi vzduchovou stanicí a jednotlivými směšovacími jednotkami bude tvořen měděnou trubkou. Potrubí budou spojována spojkami a propojkami, viz obr. 67. Rozvod pro olej-vzduch ze směšovací jednotky DLOV k jednotlivým mazaným místům bude tvořen transparentními průhlednými plastovými hadičkami.



Obr. 67) Spojka a propojka potrubí [29], [30]

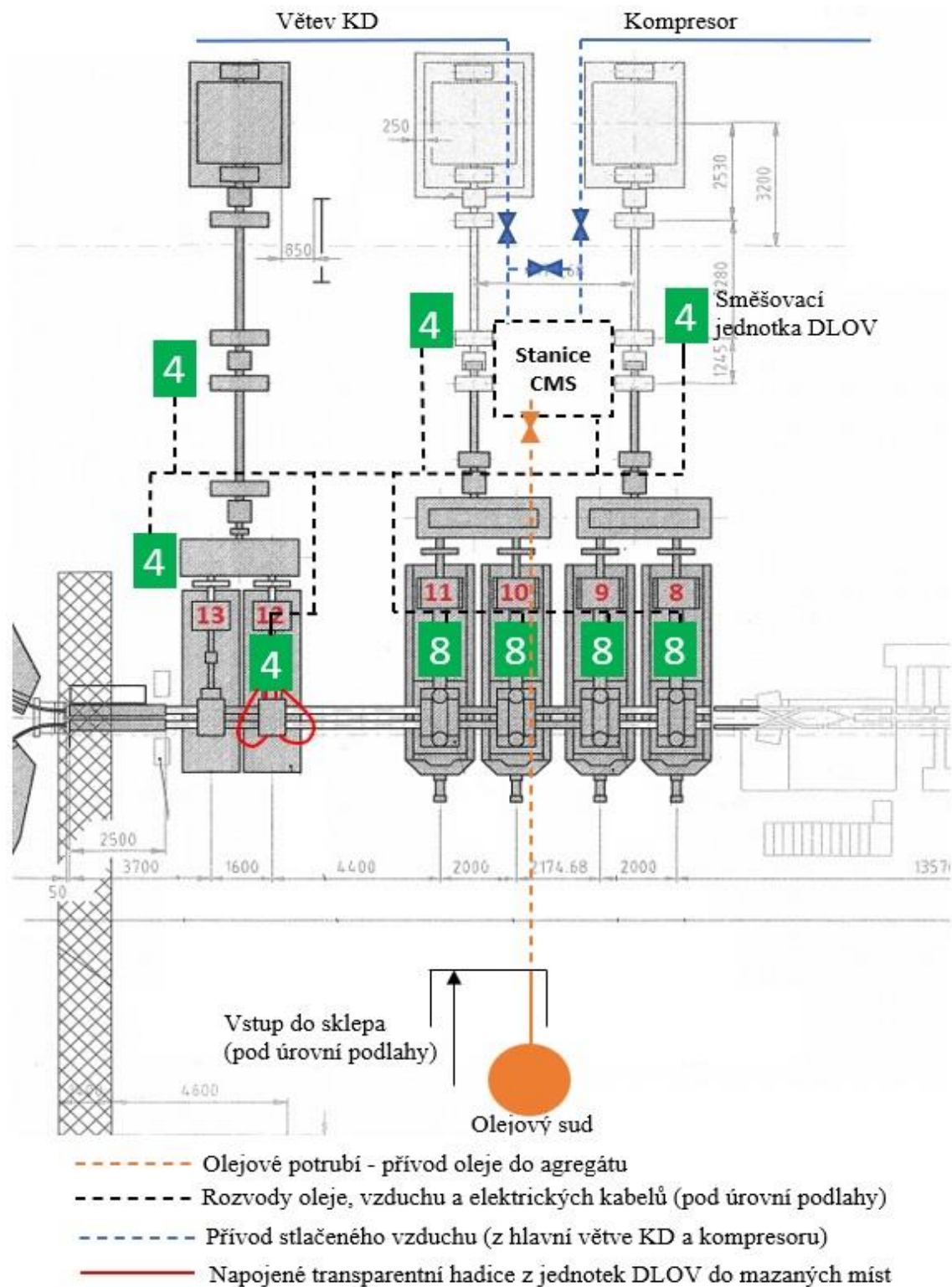
Všechny tyto části optimalizovaného CMS budou uloženy ve sklepě (pod úrovní podlahy). Rozvody oleje, vzduchu a elektrické kabely pro snímače budou taktéž vedeny ve sklepě. Tyto rozvody budou vystupovat ze sklepa do jednotlivých směšovacích jednotek DLOV. Směšovací jednotky DLOV budou uloženy na trati u válcovacích stolic. Na obr. 68 je vidět olejový agregát společně se vzduchovou stanicí.



Obr. 68) Dispozice agregátu se vzduchovou stanicí a s rozvody medií [23]

5.4 Schéma – návrh rozvodů pro CMS

Návrh uložení stanice CMS a směšovacích jednotek DLOV společně s rozvodovými trasami potrubí, viz obr. 69. Stanice CMS bude uložena ve sklepení. Rozvody potrubí budou vedeny také ve sklepení, pod středním pořadím. Směšovací jednotky DLOV budou uloženy u jednotlivých válcovacích stolic.



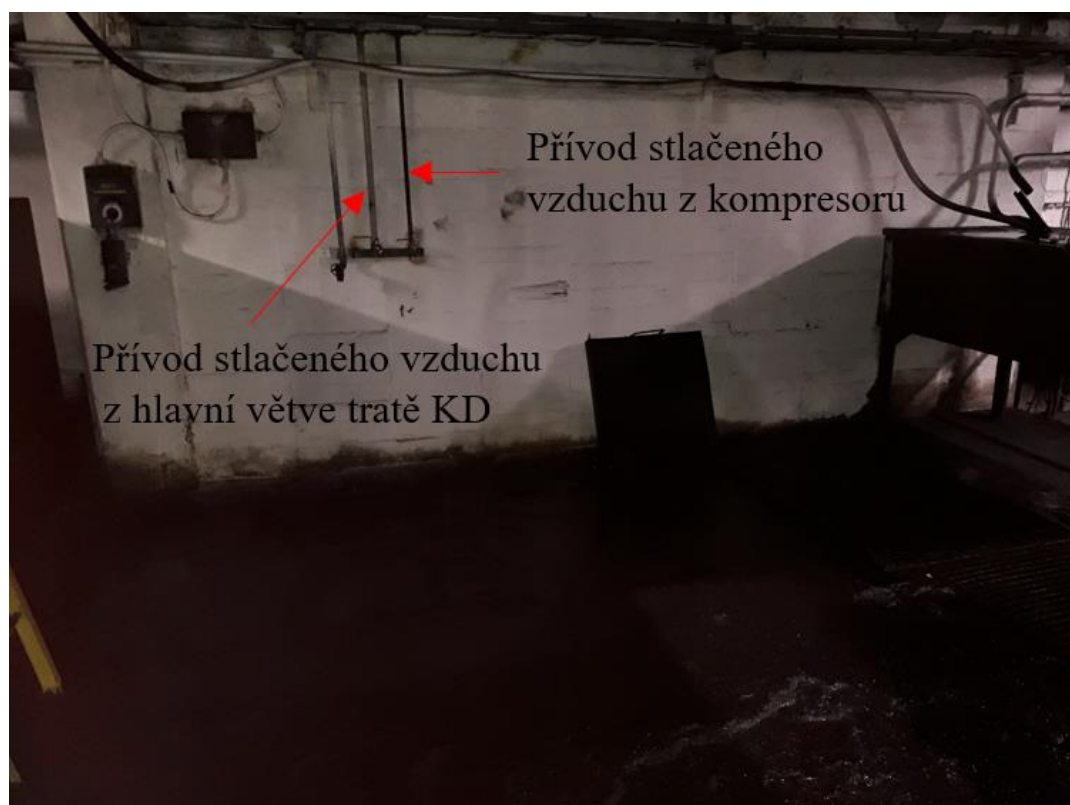
Obr. 69) Schéma nových rozvodu pro optimalizovaný CMS [autor]

6 REALIZACE NOVÉHO MAZACÍHO SYSTÉMU

Instalace nového CMS započala v polovině března roku 2021 v plánovaných odstávkách tratě (dekádách). Instalace trvala celkem tři dekády. Jedna dekáda se rovná osmi hodinám.

Mazací stanice společně s ostatními částmi (vzduchová stanice, rozvaděč) jsou uloženy ve sklepě pod válcovacími stolicemi, viz obr. 70. Takto uložená stanice je chráněna před mechanickým poškozením a okolními vlivy na válcovně KD. Benefitem je i snadnější dostupnost k zařízení při válcování. Nehrozí újma na zdraví pracovníků jak provozu, tak údržby. Směšovací jednotky jsou uloženy u jednotlivých válcovacích stolic.

Stanice je uložena u výstupu přívodu stlačeného vzduchu hlavní větve KD a kompresoru.



Obr. 70) Prostor pro uložení stanice CMS [autor]

V první dekádě proběhlo ustavení mazacího agregátu na dané místo, montáž rozvaděče a vzduchové stanice, rozmístění všech směšovacích jednotek DLOV do míst jejich uložení.

Ve druhé dekádě probíhala instalace potrubních rozvodů od mazacího agregátu (pro olej) a od vzduchové stanice (pro stlačený vzduch) ke směšovacím jednotkám DLOV.

Na konci dubna roku 2021 v rámci třetí dekády byla dokončena instalace všech potrubních rozvodů ke směšovacím jednotkám DLOV. Probíhalo také zapojení mazací stanice do elektrické sítě a dokončila se instalace kabelových rozvodů ke směšovacím jednotkám DLOV pro připojení tlakového spínače a detektoru písku.

6.1 Mazací agregát

Mazací agregát byl společně se všemi jeho prvky uložen do sklepních prostorů pomocí mostového jeřábu přes otvor za převodovkami na středním válcovacím pořadí, viz obr. 71.



Obr. 71) Otvor pro uložení agregátu CMS
[autor]



Obr. 72) Olejový agregát CMS [autor]

Vstupy a výstupy jednotlivých prvků olejového agregátu jsou zakryty krycím materiálem (páskou), viz obr. 72, která je chrání před vniknutím částec prachu a jinými nečistotami. Odstranění proběhne těsně před jejich napojením.

Plnění agregátu olejem zabezpečuje potrubní systém. Sud s olejem se nachází na stejném místě jako u starého CMS. Potrubními rozvody je olej sveden do nádrže olejového agregátu. U plnicího otvoru je rozvod opatřen manuálním kulovým ventilem. Po otevření ventilu trvá doplnění oleje ze sudu o objemu 200 l do olejové nádrže agregátu přibližně 8 hodin.

6.2 Vzduchová stanice a rozvaděč

Skříň se vzduchovou stanicí je připevněna na stěnu vedle mazacího agregátu, viz obr. 73. Ze vzduchové stanice, konkrétně z každé vzduchové jednotky, jsou ve spodní části vyvedeny hadice. Dvě hadice pro přívod vzduchu do pneumatických čerpadel a devět pro napojení na měděné potrubí pro přívod ke směšovacím jednotkám DLOV.

Rozvaděč je taktéž připevněn na stěně vedle mazacího agregátu. K rozvaděči je snadný přístup pro ovládání CMS skrz dotykovou obrazovku, viz příloha č. 7, 8. Díky této obrazovce je možno bez jakéhokoli nebezpečí, které může hrozit na válcovací trati při válcování, byl CMS ovládán a nastavován i v manuálním režimu.



Obr. 73) Vzduchová jednotka a rozvaděč [autor]

6.3 Směšovací jednotky DLOV

Směšovací jednotky DLOV jsou uloženy ve voděodolných nerezových skříních. Tyto skříně jsou uloženy u válcovacích stolic na trati. Směšovací jednotky DLOV jsou pro stolic 8, 9, 10, 11 a 12 uloženy pod vřetena těchto stolic, viz obr. 74, 75.

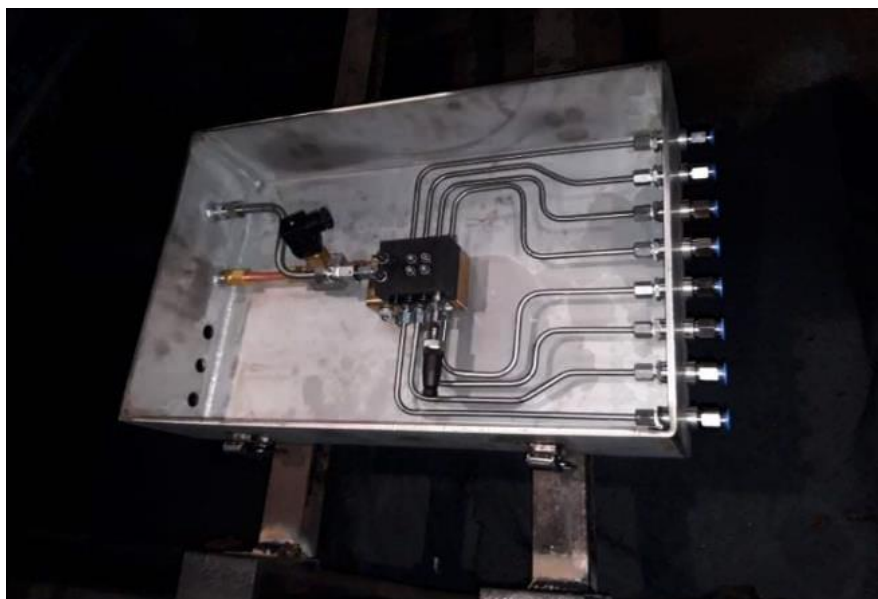


Obr. 74) Uložení směšovacích skříní pod vřeteny [autor]



Obr. 75) Uložení směšovacích skříní pod vřeteny [autor]

Skříně jsou uloženy na železném rámu. Proti pádu jsou opatřeny svárovým spojem na každé straně skříně, viz obr. 76. K sejmutí víka skříně pro snadný přístup k jednotce DLOV je víko opatřeno rychlouzavíratelnými klipsami.



Obr. 76) Otevřená ochranná skříň se směšovací jednotkou DLOV [autor]

Skříň se směšovací jednotkou pro válcovací stolicí č. 13 není uložena pod vřetena stolice z důvodu špatného přístupu. Skříň je uložena za stolicí vedle rozvodovky tak, aby byla dodržena maximální vzdálenost 10 m od jednotky DLOV k mazaným místům. Skříně se směšovacími jednotky DLOV pro ložiska uložení hřídelů jsou uloženy vedle ložiskových těles.

6.4 Potrubní rozvody a kabelové trasy

Potrubní rozvody pro olej a vzduch jsou společně s elektrickými kabely pro spínače tlaku a detektoru písku svedeny od jednotek DLOV do prostoru sklepení pod válcovacími stolicemi, viz obr. 77, 78.



Obr. 77) Připojení médií pro jednotku DLOV [autor]



Obr. 78) Potrubní rozvody jednotek DLOV ve sklepení [autor]

Ve sklepení jsou potrubní systémy s elektrickými kabely vedeny v blízkosti stropu k olejovému agregátu a ke vzduchové stanici a rozvaděči, viz obr. 79, 80.



Obr. 79) Potrubní rozvody [autor]



Obr. 80) Potrubní rozvody [autor]



Obr. 81) Celkový pohled na mazací stanici [autor]

6.5 Princip CMS olej-vzduch pro SP trati KD

Mazací systém pro ložiska je nastaven na intervalový provoz. Po nastavitelné přestávce (minuty, sekundy) se mazání ložisek aktivuje.

Do vzduchové stanice je přiváděn stlačený vzduch. Pro pneumatické čerpadla stlačený vzduch z kompresoru pod tlakem 0,65 MPa. Pro jednotky DLOV z hlavní větve KD pod tlakem 0,45 MPa. Vzduch prochází jednotlivými vzduchovými jednotkami, kde se vyčistí a zbaví se vlhkosti. Vzduch pro pneumatické čerpadla je navíc lubrikován.

První okruh – vyčištění stlačený vzduch putuje skrz vzduchovou jednotku k elektromagnetickým vzduchovým ventilům pro jednotky DLOV.

Druhý okruhu – vyčištění stlačený vzduch putuje skrz vzduchovou jednotku k elektromagnetickému vzduchovému ventilu. Elektromagnetický vzduchový ventil se zapne a tím se rozběhne pneumatické čerpadlo pro dávkování maziva do olejového rozvodu.

Současně se zapne odpovídající elektromagnetický olejový ventil, umístěný na olejovém agregátu, pro dávkování oleje k jednotlivým stolicím. Přívod vzduchu ke směšovacím jednotkám DLOV ze vzduchové jednotky je permanentní.

Elektromagnetický olejový ventil bude otevřený tak dlouho, dokud nepřijde nastavený počet náběžných hran signálu od odpovídajícího detektoru píستku. Poté se ventil uzavře. Pneumatické čerpadlo je po dobu, kdy detektor píستku nevykoná požadovaný počet dávek, ve funkci.

Olej je tlakem veden potrubím do skříně s jednotkou DLOV. Olej je přiváděn do progresivního rozdělovače. Tlakem oleje dojde k pohybu píستků v rozdělovači a vydání

požadované dávky do mísící komory směšovací jednotky. Pohyb pístků je snímán detektorem pístku. To umožňuje nastavit konkrétní počet dávky.

Vzduch přicházející do směšovací komory se smísí s olejem z progresivního rozdělovače a unáší jej přes transparentní hadice do mazaných míst.

Nastavitelné parametry:

- přestávka mazání,
- počet cyklů detektorů,
- hlídací čas.

Nastavit lze také mazání jen pro vybrané stolice, samostatně lze nastavit také rozdílné počty cyklů pro jednotlivé válcovací stolice.

6.5.1 Diagnostika

Diagnostika CMS slouží pro diagnostikování nesprávné funkce nebo poruch centrálního mazacího systému.

Vzduchová jednotka pro čerpadla

Regulační ventil je nastaven na hodnotu 0,4 MPa. Této hodnotě odpovídá tlak na výstupu z pneumatických čerpadel 20 MPa. Mechanický tlakový spínač je nastaven na hodnotu 0,3 MPa. Lubrikace je nastavena na frekvenci výdeje 1 kapka za hodinu. Pokud tlak poklesne pod nastavené hodnoty, vyhlásí se porucha (nízký tlak vzduchu).

Vzduchová jednotka pro směšovací jednotky DLOV

Regulační ventil je nastaven na hodnotu 0,4 MPa. Pokud tlak poklesne pod nastavené hodnoty, vyhlásí se porucha (nízký tlak vzduchu).

Olejový agregát

Pojistný ventil na výtlaku z čerpadla je nastaven na hodnotu 15 MPa, při navýšeném tlaku je olej veden zpět do nádrže. Termostat pro ohřev oleje je nastaven na 10 °C a termostat pro havarijní teplotu je nastaven na 55 °C. Tlakový filtr se snímačem zanesení filtru je nastaven na 0,5 MPa. Řídicí systém bude sledovat také signál od snímače hladiny v nádrži. Pokud hladina oleje v agregátu poklesne pod nastavenou úroveň, zahlásí se porucha a CMS vypne činnost. Snímač hlídá také maximální hladinu, pokud přesáhne hladina oleje nastavenou mez zahlásí se alarm, ale jen pro informační sdělení.

Směšovací jednotky DLOV

U jednotek DLOV jsou tlakové spínače pro vzduch nastaveny na hodnotu 0,05 MPa. Pokud tlak poklesne pod tuto hodnotu vyhlásí se porucha nízkého tlaku vzduchu. Detektor pístků snímá pohyby pístků v progresivním rozdělovači. Pokud nezaznamená určitý počet nastavených pohybů (dávky) nahlásí se porucha mazání.

6.6 Zkušební provoz

V plánované dekádě na válcovací trati KD na začátku května roku 2021 došlo ke zkoušce funkčnosti centrálního mazacího systému. CMS byl odzkoušen jak v manuálním (místním režimu) tak i v automatickém. CMS pravidelně dávkoval mazivo podle nastavených parametrů viz obr. 82. Také proběhlo seřízení množství vzduchu u jednotlivých směšovacích jednotek. Vzduch musí být dodáván v takovém množství, aby unášecí materiál (olej) výrazně nepěnil. Směs oleje a vzduchu musí být zcela homogenní.



Obr. 82) Zkouška funkčnosti CMS [autor]

Po kompletním nastavení a odzkoušení funkčnosti systému proběhlo napojení transparentních hadic k ložiskovým tělesům pracovních válců, viz obr. 83, 84. Pro ložiska uložení hřídelů byl zatím ponechán starý centrální mazací systém pod označením “Ukrajina”.



Obr. 83) Transparentní hadice z DLOV
[autor]



Obr. 84) Transparentní hadice napojené
k ložiskům [autor]

Nový CMS byl po plánované dekádě spuštěn do zkušebního provozu, avšak jen pro mazání ložisek pracovních válců válcovacích stolic. Zkušební provoz CMS potrvá zhruba jeden měsíc. V průběhu zkušebního provozu se budou analyzovat a sledovat veškeré anomálie CMS a také je nutné sledovat stav samotných ložisek. Místně bude probíhat měření jejich teplot a vibrací. Podle nasbíraných dat se bude postupem času upravovat interval a objem dávky pro ideální mazání ložisek. Pokud během zkušebního provozu bude CMS fungovat bez problémů, dojde k demontáži starého CMS a zprovoznění nového CMS i pro ložiska hřídelů pohonů.

7 POROVNÁNÍ STARÉHO A NOVÉHO CMS

Tabulka 4) Porovnání starého vs nového CMS [autor]

CMS před optimalizací		CMS po optimalizaci
Objem dávky maziva pro jednotlivé stolice 1 cm ³ v intervalu maximálně 1 minuta.	vs	Objem dávky maziva pro válcovací stolice z jednolitých výstupů 0,2 cm ³ tzn. $8 \times 0,2 = 1,6$ cm ³ při libovolném časovém intervalu a při libovolném nastavení počtu těchto dávek.
Agregát a jednotlivé rozvody médií (olej-vzduch) vedeny po trati válcovny KD – možné poškození smyčkami.	vs	Sestava agregátu a jednotlivé rozvody médií vedeny ve sklepení pod válcovací trati KD – nehrozí jejich poškození, větší bezpečnost.
Vizuální kontrola oleje ze směšovačů.	vs	Diagnostika zařízení napojena do ŘS. Tlakové snímače, detektory písku, průtokoměry, snímače hladiny vizuální kontrola ze směšovacích jednotek DLOV.
Žádná detekce poruch.	vs	Při poruchách nastaveny hladiny a upozorňující alarmy (pokles tlaku, minimální hladina oleje v agregátu, nesplnění podmínek písku apod.).
Všechny směšovače na jednom bloku napáječe uložené v plechové skříni na trati.	vs	Každá válcovací stolice má svojí směšovací jednotku DLOV. Jednotky jsou v bytelných voděodolných nerezových skříních, uložené pod vřeteny pro ložiska pracovních válců nebo u ložiskových těles pro ložiska hřídelů pohonů.
Jeden přívod stlačeného vzduchu z hlavní větve KD pro pneumatické čerpadla a směšovací jednotky DLOV.	vs	Dva přívody stlačeného vzduchu. Jeden pro pneumatické čerpadla z kompresoru (čistější vzduch) a druhý pro směšovací jednotky DLOV.
Kontrola a nastavení agregátu místně, na válcovací trati.	vs	Kontrola a nastavení agregátu z hlavní řídicí kabiny a také místně, skrz dotykovou obrazovku na rozvaděči.
Manuální odstavení CMS.	vs	Automatika systému, vypínání CMS po ukončení válcování. Automatické zapínání CMS po roztočení válcovacích stolic.
Nedostatek náhradních dílů.	vs	Náhradní díly jsou k dispozici.
Nádrž pro mazací materiál 200 l.	vs	Nádrž pro mazací materiál 300 l.

8 ZÁVĚR

Údržba zařízení, jednotlivých částí výrobního procesu si klade stále vyšší požadavky na životnost a spolehlivost těchto zařízení. Každá vzniklá porucha znamená zastavení výrobního procesu. Proto je důležité, aby prvky výrobní linky pracovaly spolehlivě a byly v co nejlepším provozním stavu. Pro výrobní linku KD je obzvláště důležitá spolehlivost hlavních výrobních prvků – válcovacích stolic.

V této závěrečné práci se autor zaměřil na optimalizaci centrálního mazacího systému pro mazání ložisek válcovacích stolic. Tato ložiska musí být mazána v pravidelných intervalech a v dostatečné dávce maziva. Tyto podmínky již bohužel nesplňoval původní centrální mazací systém z roku 1994. Docházelo tedy k poškození, zadírání ložisek válcovacích stolic. Systém také vykazoval řadu dalších nedostatků, jako např. nedostatečná, minimální diagnostika celého mazacího systému. Nekryté, nevhodně vedené rozvodové trasy médií, které byly snadno poškoditelné žhavým materiálem, smyčkou. Poškozené rozvodové trasy jednotlivých médií zapříčiňovaly úniky médií na těchto trasách. Tyto nedostatky a poruchy ložisek měly značný dopad na válcovací proces, kdy jednotlivé poruchy trvaly v řádu stovek minut. Prostoj tratě měl negativní vliv na množství vyrobeného válcovaného materiálu. Z výše uvedených důvodů autor práce navrhnul nový centrální mazací systém, nové trasy potrubních rozvodů a diagnostiku CMS.

Optimalizovaný mazací systém pracuje na stejném principu jako původní, olej-vzduch. Tento princip byl zachován z důvodu chlazení ložisek a vytvářením mírného přetlaku v ložiskovém tělese proti vniknutí nečistot do ložisek. Konkrétně autor navrhnul centrální mazací systém olej-vzduch s postupným dávkováním oleje se směšovacími jednotkami typu DLOV. Hlavní výhodou tohoto systému je to, že je složený ze čtyř samostatných jednotek (hydraulický agregát, vzduchová stanice, rozvaděč, směšovací jednotky DLOV). Všechny prvky CMS, kromě směšovacích jednotek DLOV, jsou uloženy ve sklepení pod válcovací tratí. CMS je tedy uložen na bezpečném místě a chráněn tak před poškozením smyčkou. Jednotlivé rozvody médií jsou taktéž vedeny ve sklepení pod válcovací tratí. Směšovací jednotky DLOV, které slouží ke smísení a vytvoření homogenní směsi oleje a vzduchu, jsou umístěny u jednotlivých válcovacích stolic. Jednotky jsou vloženy do masivní nerezové skříně, která je odolná vůči mechanickému poškození a také chrání směšovací jednotky DLOV před vniknutím vody a vlhkosti. Z těchto směšovacích jednotek je homogenní směs dopravena k ložiskům pomocí transparentních hadic. Transparentní hadice jsou průhledné z důvodu vizuální kontroly směsi. Intervaly a objemy dodávaného maziva jsou snadno nastavitelné. Je možné nastavit libovolný časový interval mazání a také objem dávky pomocí detektoru písku na směšovací jednotce DLOV. Všechny signály (tlakové snímače, snímače hladiny, termostaty, průtokové snímače apod.) jsou navedeny do řídicího systému. Z těchto signálů byla vytvořena diagnostika systému. CMS může pracovat jak v automatickém režimu, tak místním režimu tzn. ovládání pomocí HMI obrazovky na rozvaděči.

Cíl práce byl splněn. Mazací systém byl optimalizován tak, aby byl plně funkční a dopravoval mazivo k ložiskům válcovacích stolic. Byly navrženy bezpečnější trasy potrubních rozvodů a bezpečnější místo pro uložení mazací stanice. Diagnostika systému byla také vylepšena a slouží jak pro pracovníky provozu, tak pro pracovníky údržby.

Optimalizovaným CMS se zvýší spolehlivost ložisek válcovacích stolic, která přispěje k vyšším výrobním výsledkům. V rámci úspor mazacího materiálu autor navrhnul automatické vypínání CMS při nečinnosti válcovací stolice. Po roztočení pracovních válců se

automaticky zapne také CMS. Tato úprava šetřit mazací materiál při poruchách, odstávkách a dekadách válcovací tratě. Momentálně probíhá testovací období optimalizovaného mazacího systému a po jeho ukončení proběhne analýza, zda fungoval podle očekávání.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Technologie objemového tváření – válcování. *www.ksp.tul.cz* [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z :http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/02.htm
- [2] POČTA, Bohumil. Základy teorie tváření kovů. Vyd. 1. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1966, 510 s. Teoretická knižnice inženýra.
- [3] FABÍK, Richard. Tváření kovů [online]. 2012 [cit. 2021-4-29]. ISBN 978-80-248-25724. Dostupné z: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/TVKB/Tvareni%20kovu.pdf>
- [4] KAWULOK, Rostislav, Stanislav RUSH a Petr KAWULOK. Návod pro cvičení z předmětu Válcování: Metodika stanovení vlivu deformačního tepla na teplotní změny v intenzivně tvářeném materiálu [online]. 2017 [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <https://www.fmt.vsb.cz/export/sites/fmt/633/cs/studium/navody-k-cviceni/valcovani/cviceni-9/Valcovani-deformacni-teplo.pdf>
- [5] Československá vědeckotechnická společnost. Tribotechnika 1990. 1. ISBN 80-02-00178-8.
- [6] PEŤKOVÁ, Viera. Tribotechnika v teorii a praxi. 1. [Košice]: Viena pre TU v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2012. ISBN 978-80-8126-057-5.
- [7] HELEBRANT, František, Jiří ZIEGLER a Daniela MARASOVÁ. Technická diagnostika a spolehlivost. I, Tribodiagnostika. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2001. ISBN 80-7078-883-6.
- [8] Automatický mazací systém. *Www.en.autol.net* [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <https://en.autol.net/product/129.html>
- [9] ŠŤÁVA, Pavel a Bohuslav PAVLOK. Mazací technika. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1000-X.
- [10] ŠAFR, Emil. Technika mazání. II. doplněné. SNTL – Státní nakladatelství technické literatury, 1970.
- [11] Centrální mazací systémy. *Www.cematech.hennlich.cz* [online]. [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: https://cematech.hennlich.cz/fileadmin/user_upload/H CZ/Home/Cematech/Tiskoviny/Centr%C3%A1ln%C3%AD_maz%C3%A1n%C3%AD/cz_INFO_CM-14-centralni_mazani.pdf
- [12] Jednopotrubní automatický systém. *www.skf.com* [online]. 2021 [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d196805af60a-17046EN_tcm_12-315023.pdf#cid-315023

- [13] Dvoupotrubní automatický systém. Www.skf.com [online]. 2021 [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d196809087e6-16132EN_tcm_12-494813.pdf#cid-494813
- [14] Centrální mazací technika: Dvoupotrubní centrální mazací systém pro olej a plastické mazivo. Www.lubtechnik.cz [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <https://www.lubtechnik.cz/data/files/zarizeni-se-dvema-potrubimi-pro-tuk-a-olej-37.pdf>
- [15] Vícepotrubní automatický mazací systém. Www.skf.com [online]. 2021 [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d1968065a461-17478EN_tcm_12-299283.pdf#cid-299283
- [16] Centrální mazání – systémy. Www.cematech.hennlich.cz [online]. [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <https://www.hennlich.cz/produkty/centralni-mazani-a-mazaci-technika-centralni-mazani-centralni-mazani-systemy-742.html>
- [17] Vzduch-olej centrální mazací systém. Www.cematech.hennlich.cz [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: https://cematech.hennlich.cz/fileadmin/_migrated/en_KL_air_oil_lubrication.pdf
- [18] Postřikovací systémy. Www.daikin-lubrication.co.jp [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <https://daikin-lubrication.co.jp/en/system/system-single/system-single-oilsplay/>
- [19] Detailní technologické předpisy
- [20] Kuželíková ložiska čtyřřadá. Www.vkloziska.cz [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <http://www.vkloziska.cz/kuzelikova-loziska-ctyrrada>
- [21] SKF soudečkové ložisko. Www.arkov.cz [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <https://www.arkov.cz/p/22248-cc-w33-lozisko-soudeckove-dvourade-valcova-dira-skf-14875>
- [22] ŠTĚPINA, Václav a Václav VESELÝ. Maziva v tribologii. Bratislava: Veda, 1985.
- [23] Interní firemní zdroje
- [24] Systém s postupným dávkováním oleje: Mazání ložisek směsí olej-vzduch. Www.cematech.hennlich.cz [online]. [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <https://cematech.hennlich.cz/produkty/centralni-mazani-centralni-mazani-systemy-mazani-lozisek-smesi-olej-vzduch-2189/system-s-postupnym-davkovanim-oleje.html>
- [25] HENNLICH s.r.o. Informace pro uživatele – Progresivní rozdělovače DLOV (katalog): Progresivní rozdělovače DLOV. 2020

- [26] LINCOLN, SKF. Servisní příručka (CZ): Univerzální pístkový detektor. 02. 951-150-032-CZ, 2020.

- [27] STRÁNSKÝ a PETRŽÍK. Tlakové přepínače: Tlakový spínač typ PS31. Wwww.stranskyapetrzik.cz [online]. [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: https://www.stranskyapetrzik.cz/objekty/katalog_15_strana_8-27.pdf

- [28] Přímá spojka: MPC 1038. Wwww.mdkompresory.cz [online]. [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <https://www.mdkompresory.cz/product/celokovove-spojky/prima-spojka---vnejsi-zavit/prima-spojka-mpc-1038/434>

- [29] Propojka: MPU 10. Wwww.mdkompresory.cz [online]. [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <https://www.mdkompresory.cz/product/celokovove-spojky/propojka/propojka-mpu-10/412>

- [30] Spojka L: MPL 1038. Wwww.mdkompresory.cz [online]. [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <https://www.mdkompresory.cz/product/celokovove-spojky/l---spojka-s-vnejsim-zavitem/l---spojka-mpl-1038/452>

- [31] Maziva pro průmysl: MOL ULTRANS EP 320. Wwww.molcesko.cz [online]. [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://molcesko.cz/cz/maziva-autochemikalie/prumysl/prumyslova-maziva/prevodove-oleje/mol-ultrans-ep-320/>

10 SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ, GRAFŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

10.1 Seznam zkratk a symbolů

CMS	centrální mazací systém
VT	válcovací trať
TDD	tribotechnická diagnostika
RAMO	rychlá analýza motorových olejů
IT	informační technologie
MB	mazací bod
PV	pracovní válce
ŘS	řídící systém
KD	Kontidrátová trať
SP	střední pořadí
PLC	programmable logic controller (programovatelný logický automat)
HMI	human machine interface – rozhraní mezi člověkem a strojem
NLGI	stupnice pro označení konzistence (tekutosti) maziva, National lubricating grease institute
VI	viskozitní index
AMV 60 PM	centrální mazací systém s označením “Ukrajina”
GOST	státní norma unie SSR
ST	válcovací stolice
č.	číslo
DLOV	směšovací jednotka
VDC	stejnoseměrný proud
IP	ingress protection, stupeň krytí
ISO VG	norma pro definování viskozitní třídy průmyslových olejů
PTFE	polytetrafluorethen
tzv.	takzvaný, takzvaně
obr.	obrázek
viz	„vidět“ – podívej se
apod.	a podobně
atp.	a tak podobně
tzn.	to znamená
např.	například
sk.	skupina
Q	potřebné množství maziva
D	vnější průměr ložiska
d	vnitřní průměr ložiska
a	počet řad ložiska
MPa	Megapascal
°C	Celsiův stupeň
l	jednotka objemu – litr [l]

10.2 Seznam grafů

Graf 1) Poruchy ložisek v roce 2019 [autor]	60
Graf 2) Poruchy ložisek v roce 2020 [autor]	61

10.3 Seznam obrázků

Obr. 1) Deformace během válcování [1]	17
Obr. 2) Válcování [1] a) podélné válcování, b) příčné válcování, c) kosé válcování (1, 2 - válce, 3 - materiál)	18
Obr. 3) Spálený povrch [3]	19
Obr. 4) Mikrostruktura spálené oceli [3]	19
Obr. 5) Válcovací stolice [3] a) Trio; b) Lauthovo trio; c) Kvarto; d) Šesti válcová stolice (sexto) e) Dvanácti válcová stolice; f) Dvaceti válcová stolice (Kobelco) [3]	20
Obr. 6) Válcování podle směru otáčení válců a) jednosměrné, b) vratné [3]	21
Obr. 7) Vanová křivka – obecný průběh poškození vlivem opotřebení [7]	24
Obr. 8) Inteligentní centrální mazací soustava [8]	27
Obr. 9) Automatické mazání [11]	29
Obr. 10) Centrální mazací systémy [10]	31
Obr. 11) Jednopotrubní systém SKF [12]	32
Obr. 12) Dávkovač [9]	33
Obr. 13) Dvoupotrubní CMS SKF [13]	34
Obr. 14) Pístový rozdělovač takt 1 [14]	35
Obr. 15) Pístový rozdělovač takt 2 [14]	35
Obr. 16) Vícepotrubní CMS SKF [15]	36
Obr. 17) Olej-vzduch progresivní systém [17]	37
Obr. 18) Činnost progresivního rozdělovače [9]	38
Obr. 19) Oběhový mazací systém s rozdělováním průtoku oleje do jednotlivých větví pomocí clon [9]	39
Obr. 20) Oběhový systém mazání s rozdělováním průtoku oleje do jednotlivých větví pomocí regulačních ventilů [9]	39
Obr. 21) Mazací místo [9]	40
Obr. 22) Směšovací jednotka [17]	41
Obr. 23) Směšovací systém [17]	41
Obr. 24) Postřikovací systém [18]	42
Obr. 25) Schéma uložení PV do ložiskových těles [autor]	44
Obr. 26) Ložiskové těleso se čtyřřadým kuželíkovým ložiskem [autor]	44
Obr. 27) Příruba (kryt) ložiskového tělesa s odvodovým otvorem [autor]	44
Obr. 28) Ložisková tělesa (2) pro uložení hřídelů (1) pohonů [autor]	45
Obr. 29) Způsob volby maziva [autor]	46
Obr. 30) Pohled ze přední strany na střední válcovací pořadí [autor]	47
Obr. 31) Pohled ze zadní strany od pohonů na střední válcovací pořadí [autor]	48
Obr. 32) CMS vedle řídicí kabiny [autor]	48
Obr. 33) Agregát AMV 60 PM [autor]	48
Obr. 34) Základní princip CMS – schéma [23]	49
Obr. 35) Agregát AMV 60 PM [autor]	50
Obr. 36) Pneumatická čerpadla agregátu [autor]	50

Obr. 37) Horní panel agregátu AMV 60 PM, přívod oleje [autor]	51
Obr. 38) Přívod vzduchu do agregátu AMV 60 PM [autor]	51
Obr. 39) Výstup z agregátu AMV 60 PM [autor]	52
Obr. 40) Schéma výstupu z agregátu AMV 60 PM [23]	52
Obr. 41) Skříň s rozdělovači a rozvody médií [autor]	52
Obr. 42) Napájecí blok se směšovači [autor]	52
Obr. 43) Směšovače [autor]	53
Obr. 44) 4 MB pro mazání ložisek pracovních válců (st. 8-11) – přední strana stolice [autor]	54
Obr. 45) 4 MB pro mazání ložisek pracovních válců (st. 8-11) – zadní strana stolice [autor]	54
Obr. 46) Detail přívodu hlavního potrubí do dvou a čtyřcestných rozdělovačů [autor]	55
Obr. 47) Detail potrubních rozvodů, rozdělovače na zadní straně válcovací stolice a 2 MB [autor]	55
Obr. 48) 2 MB pro ložiska (st. 12-13) – přední strana [autor]	55
Obr. 49) 2 MB pro ložiska (st. 12-13) – zadní strana [autor]	55
Obr. 50) Ložiskové domky – uložení hřídelů pohonů [autor]	56
Obr. 51) Ložiskové domky - uložení hřídelů pohonů [autor]	56
Obr. 52) Schéma starého CMS na trati KD [autor]	57
Obr. 53) Smyčka před 13. válcovací stolicí [autor]	58
Obr. 54) Ležící smyčka na rozvodech mazání [autor]	59
Obr. 55) Schéma postupného CMS olej-vzduch [24]	65
Obr. 56) Vzduchová stanice [23]	66
Obr. 57) Skříň se vzduchovými jednotkami [23]	67
Obr. 58) Čerpací stanice (agregát) se vzduchovou stanicí a nepojenými rozvody vzduch – olej [23]	68
Obr. 59) Řez směšovací jednotkou DLOV [25]	69
Obr. 60) Schéma napojení transparentních hadiček do mazaných bodů [autor]	70
Obr. 61) Pistkový detektor [26]	70
Obr. 62) Tlakový spínač [27]	70
Obr. 63) Ochranná skříň se směšovací jednotkou DLOV [23]	71
Obr. 64) Přímá spojka MPC 1038 [28]	71
Obr. 65) Rozvaděč [23]	72
Obr. 66) Schéma HW konfigurace [23]	73
Obr. 67) Spojka a propojka potrubí [29], [30]	75
Obr. 68) Dispozice agregátu se vzduchovou stanicí a s rozvody medií [23]	75
Obr. 69) Schéma nových rozvodu pro optimalizovaný CMS [autor]	76
Obr. 70) Prostor pro uložení stanice CMS [autor]	77
Obr. 71) Otvor pro uložení agregátu CMS [autor]	78
Obr. 72) Olejový agregát CMS [autor]	78
Obr. 73) Vzduchová jednotka a rozvaděč [autor]	79
Obr. 74) Uložení směšovacích skříní pod vřeteny [autor]	79
Obr. 75) Uložení směšovacích skříní pod vřeteny [autor]	79
Obr. 76) Otevřená ochranná skříň se směšovací jednotkou DLOV [autor]	80
Obr. 77) Připojení médií pro jednotku DLOV [autor]	81
Obr. 78) Potrubní rozvody jednotek DLOV ve sklepení [autor]	81
Obr. 79) Potrubní rozvody [autor]	81
Obr. 80) Potrubní rozvody [autor]	81

Obr. 81) Celkový pohled na mazací stanici [autor]	82
Obr. 82) Zkouška funkčnosti CMS [autor]	84
Obr. 83) Transparentní hadice z DLOV [autor].....	85
Obr. 84) Transparentní hadice napojené k ložiskům [autor]	85

10.4 Seznam tabulek

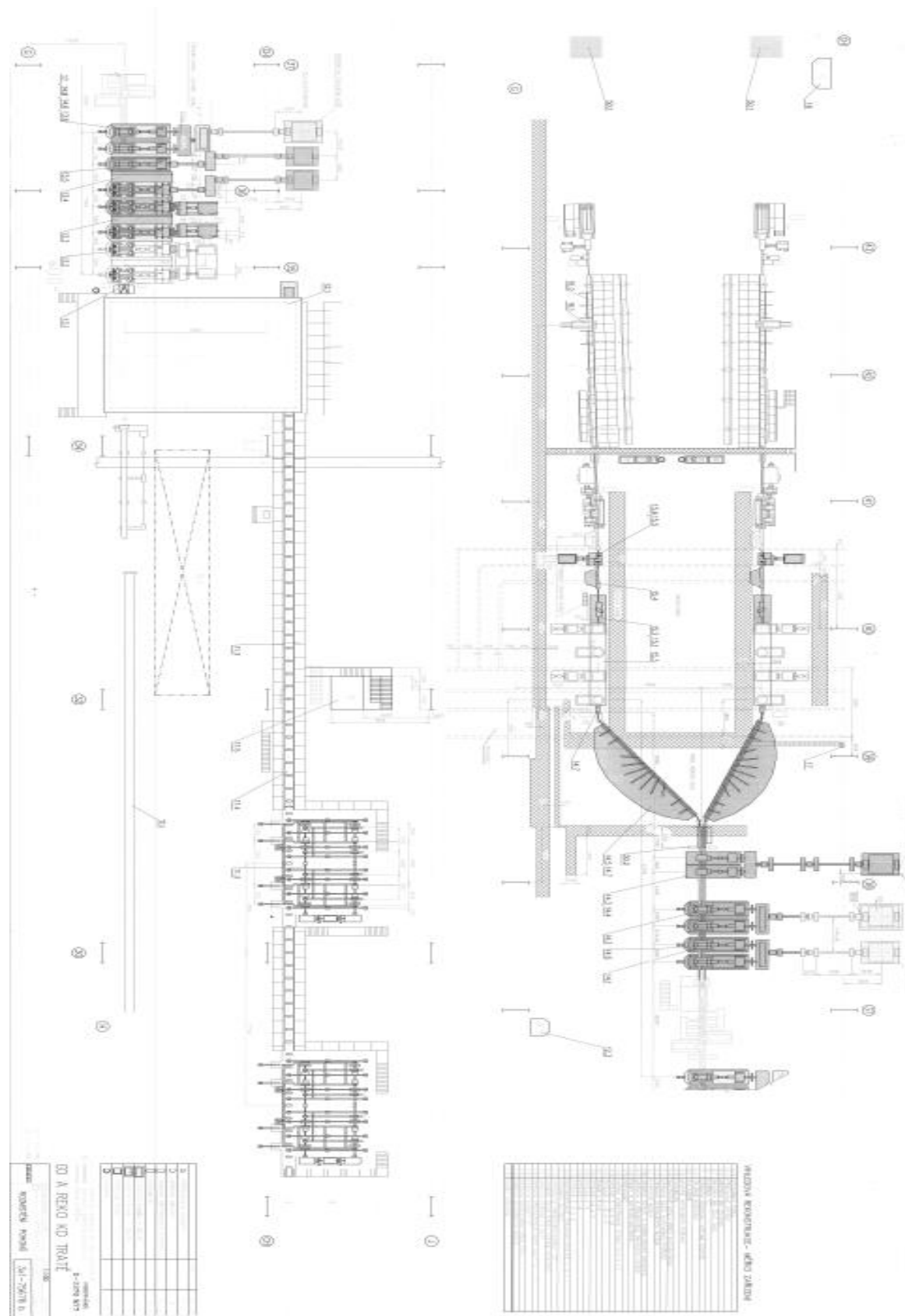
Tabulka 1) Počet mazaných míst [autor]	56
Tabulka 2) Poruchy ložisek v roce 2019 [autor].....	60
Tabulka 3) Poruchy ložisek v roce 2020 [autor].....	61
Tabulka 4) Porovnání starého vs nového CMS [autor]	87

11 SEZNAM PŘÍLOH

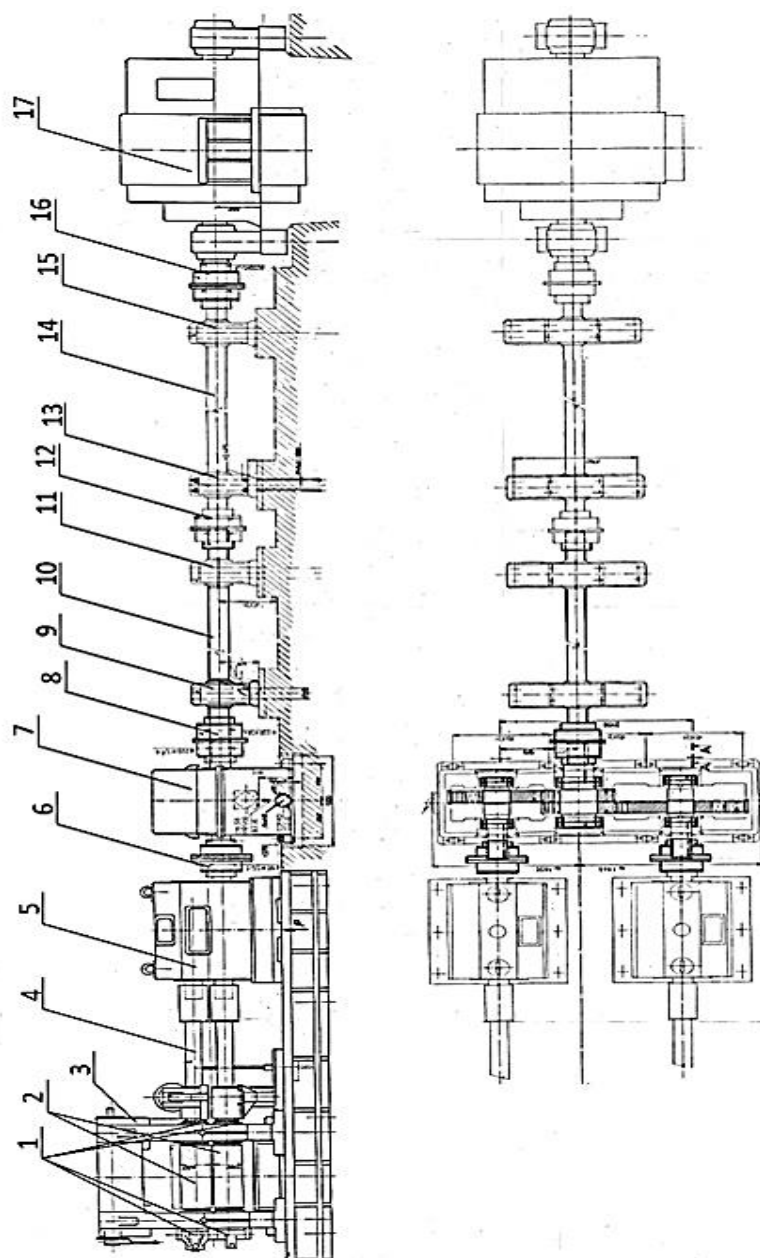
Příloha č. 1 Schéma válcovací tratě KD [23].....	100
Příloha č. 2 Schéma válcovací stolice [23]	101
Příloha č. 3 Technický list maziva MOL Ultrans EP 320 [31].....	102
Příloha č. 4 Schéma agregátu CMS AMV 60 PM [23].....	104
Příloha č. 5 Směšovač s regulačními šrouby pro regulaci vzduchu [23]	105
Příloha č. 6 Rozdělení maziva CMS AMV 60 PM [autor]	106
Příloha č. 7 Dotyková obrazovka pro ovládání CMS v místním režimu – vzduchová skříň, olejová skříň [autor]	107
Příloha č. 8 Dotyková obrazovka pro ovládání CMS v místním režimu – válcovací stolice, nastavení parametrů [autor]	108

PŘÍLOHY

Příloha č. 1 Schéma válcovací tratě KD [23]



Příloha č. 2 Schéma válcovací stolice [23]



Pozice	Prvek
1	Ložiskové tělesa pracovních válců (4x)
2	Pracovní válce (2x)
3	Rám válcovací stolice
4	Vřetena (2x)
5	Rozvodovka (2x)
6, 8, 12, 16	Spojky (4x)
7	Převodovka
9, 11, 13, 15	Ložiskové domky hřídelů pohonů (4x)
10, 14	Hřídele pohonů (2x)
17	Elektromotor – pohon

MOL Ultrans EP 320

vysoce kvalitní olej pro průmyslové převody



MOL Ultrans EP 320 je vysoce výkonný průmyslový převodový olej vyrobený z vysoce rafinovaných základových olejů a aditiv, která mají kombinované účinky. Jeho únosnost a EP vlastnosti jsou vynikající. Produkt je schválen společností Flender (Siemens).

Použití



Vysoce výkonné uzavřené průmyslové převody s přímými a šikmými zuby, kuželové a zkosené převody s přímými a spirálovým ozubením

Převody vystavené rázovému zatížení

Šneková soukolí

Kluzná a valivá ložiska mazaná olejem

Systémy mazání olejovou mlhou

Vlastnosti a výhody

Vynikající zatížitelnost

Nedochází k narušení mazacího filmu ani při nárazovém zatížení, chrání proti zadření

Vynikající ochrana proti mikropittingu

Dlouhá životnost převodů zajišťující spolehlivý provoz

Výjimečná tepelná a oxidační stabilita

Odolává procesu stárnutí a tvorbě usazenin i při vysokých provozních teplotách, zajišťuje dlouhodobou životnost oleje a nižší náklady na údržbu

Nízká tendence k pěnění

Souvislý mazací film i při vysokém zatížení

Žádná tvorba usazenin

Nízké náklady na filtry a méně prostojů

Vynikající odlučování vody

Vodu nahromaděnou na dně nádrže lze snadno odstranit
Lze předejít abnormální korozi a opotřebení zařízení

Neobsahuje olovo a chlór

Použitelné v systémech mazání olejovou mlhou

Vynikající kompatibilita se žlutými kovy

Plně kompatibilní s bronzovými a měděnými kovovými částmi

Specifikace a schválení

Viskozitní třída: ISO VG 320

Daniell 0.597648.Q

Flender (Siemens)

ISO 12925-1 CKD

ISO-L-CKD

DIN 51517-3 (CLP)

Cincinnati Lamb P-59

AGMA 9005-E02 EP

AGMA 251.02 EP

AGMA 250.04 EP

AIST (US Steel) 224

David Brown S1.53.101 Type E

Výrobce: MOL-LUB Ltd.
Dovozce: MOL Česká republika, s.r.o., Pankrátova 2121/3, Nové Město, 110 00 Praha 1
Zákaznický a technický servis: Tel.: + 420 241 080 855, 843, 821 mobil: 602 578 385; Fax: + 420 241 080 878
E-mail: objednávky-oleje@moleosko.cz Web: <http://moleosko.cz>
Poslední revize: 2020.08.04 15:35

1 / 2 Strana

Verze: 016.000.004

MOL Ultrans EP 320

vysoce kvalitní olej pro průmyslové převody



Vlastnosti

Vlastnosti	Typické hodnoty
Hustota při 15 °C [g/cm ³]	0,900
Kinematická viskozita při 40 °C [mm ² /s]	323,7
Kinematická viskozita při 100 °C [mm ² /s]	24,1
Viskozitní index	95
Bod tekutosti [°C]	-21
Bod vzplanutí v otevřeném kelímku (Cleveland) [°C]	240
Protizadírací vlastnosti (FZG)	
- nevyhovující stupeň zatížení	>12

Vlastnosti v tabulce jsou typické hodnoty produktu a nepředstavují specifikaci.

Pokyny pro manipulaci a skladování

Skladujte v originálních obalech na suchých a dobře větraných místech. Chraňte před přímým ohněm a jinými zdroji zapálení a před přímým slunečním zářením.

Během transportu, skladování a užívání produktu dodržujte pracovní–bezpečnostní pokyny a ekologická pravidla vztahující se k ropným produktům.

Pro podrobnější informace si vyžádejte List bezpečnostních údajů produktu

V původním obalu při dodržení skladovacích podmínek: 60 měsíců

Doporučená teplota skladování: max. 40°C

Informace pro objednání

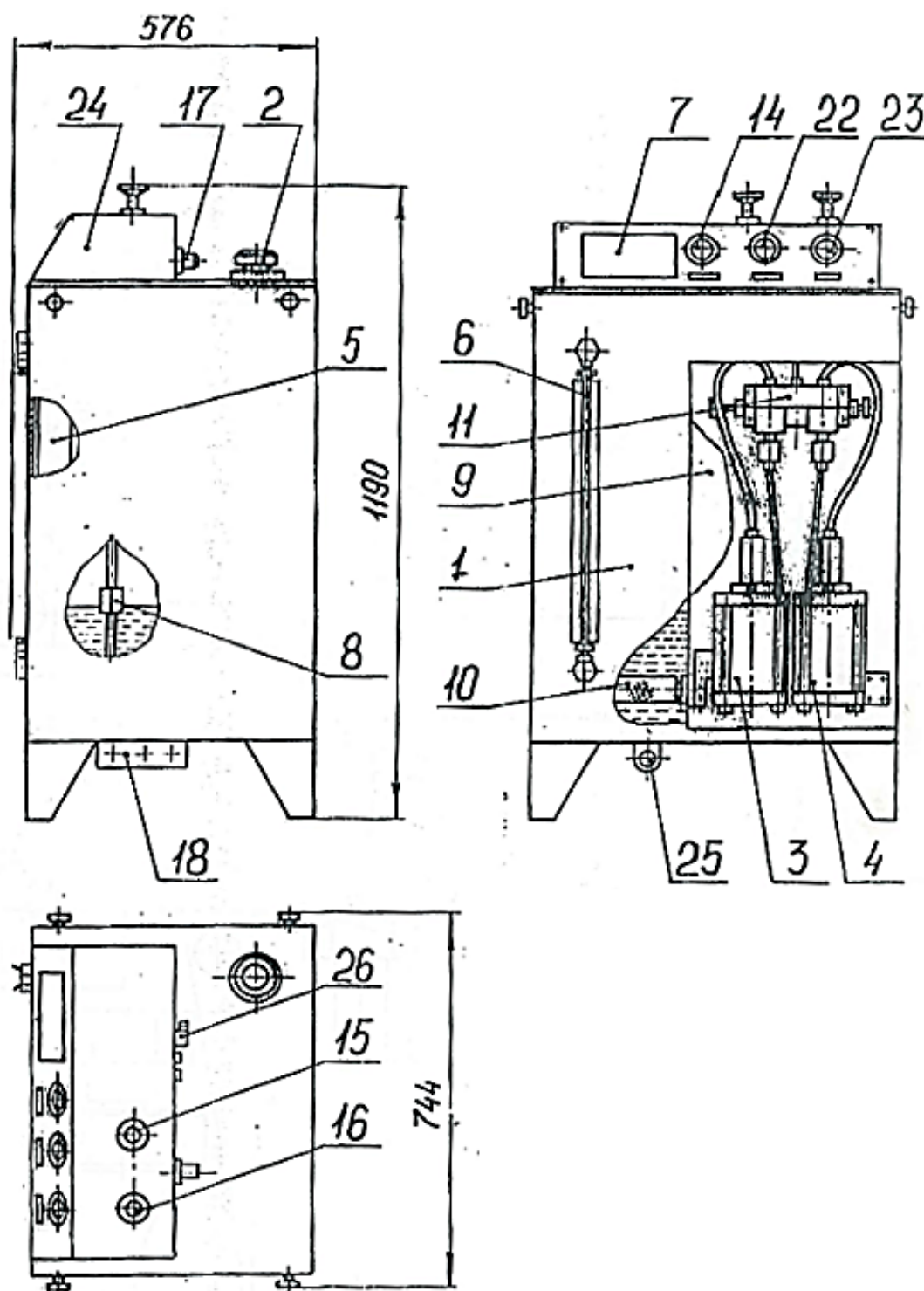
Kód nomenklatury 27101987

SAP kód a balení:

13100364	MOL Ultrans EP 320 10LA	10 l plastový kanistr
13301942	MOL Ultrans EP 320 180KG	216,5 l ocelový sud
13100363	MOL Ultrans EP 320 860KG	1000 l kontejner
13301941	MOL Ultrans EP 320	autocisterna

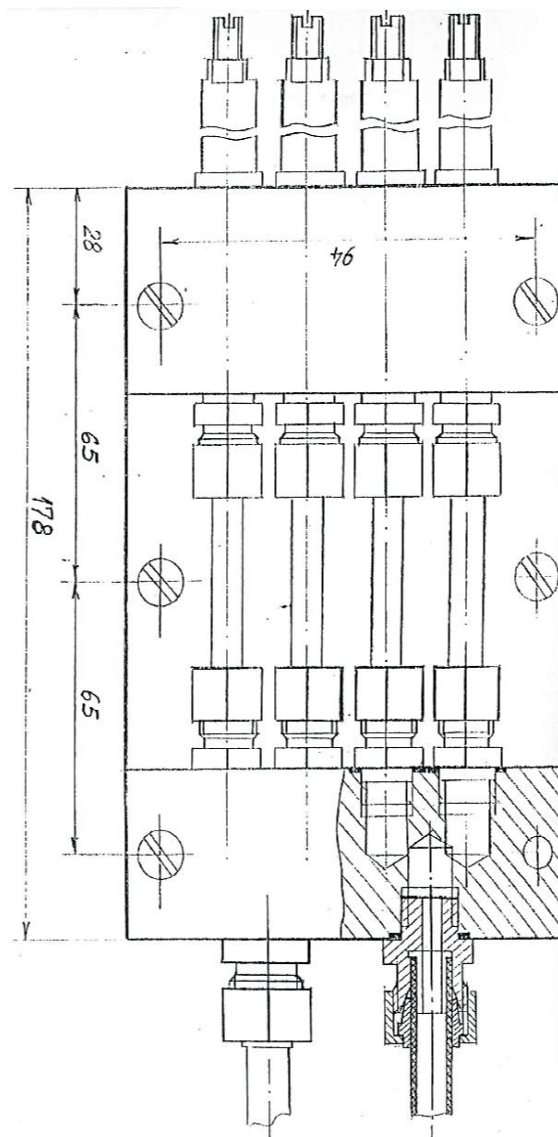
Emailové objednávky: objednavky-oleje@molcesko.cz

Telefon pro objednání: +420 241 080 842, 843 (mezi 07-16 h v pracovních dnech)



1 – olejová nádrž; 2 – nalévací filtr (hrdlo); 3, 4 – dvě čerpadla; 6 – olejznak (vizuální kontrola hladiny oleje); 7 - řídicí panel, hodnota tlaku vzduchu po výstupu v potrubí; 9 – dvířka pro přístup k čerpadlům; 10 – nasávací filtry; 11 – výstupní blok; 12, 13 – ventily přepínání čerpadel; 14 – tlakoměr pro měření tlaku oleje; 15, 16 – dávkovací zařízení; 17 – přívod vzduchu; 18 – výstupní kostka; 21 – výstupní filtr; 22,23 tlakoměry; 24 – lehký kryt; 25 – vývod s výstupní zátkou; 26 - konzola pro přívod el. sítě.

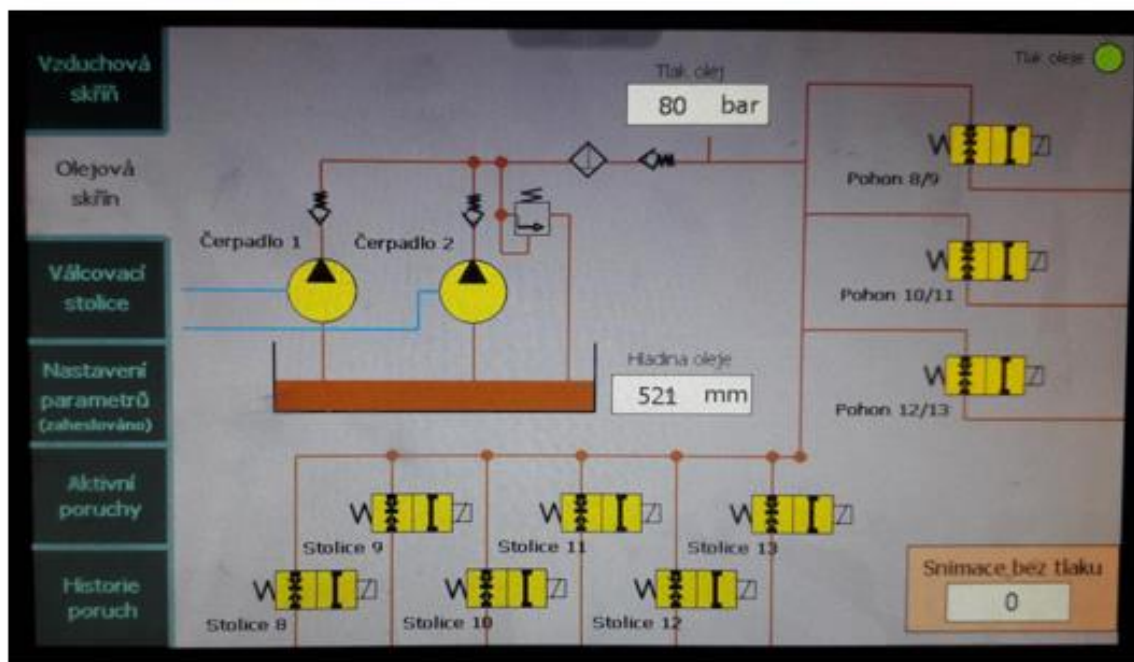
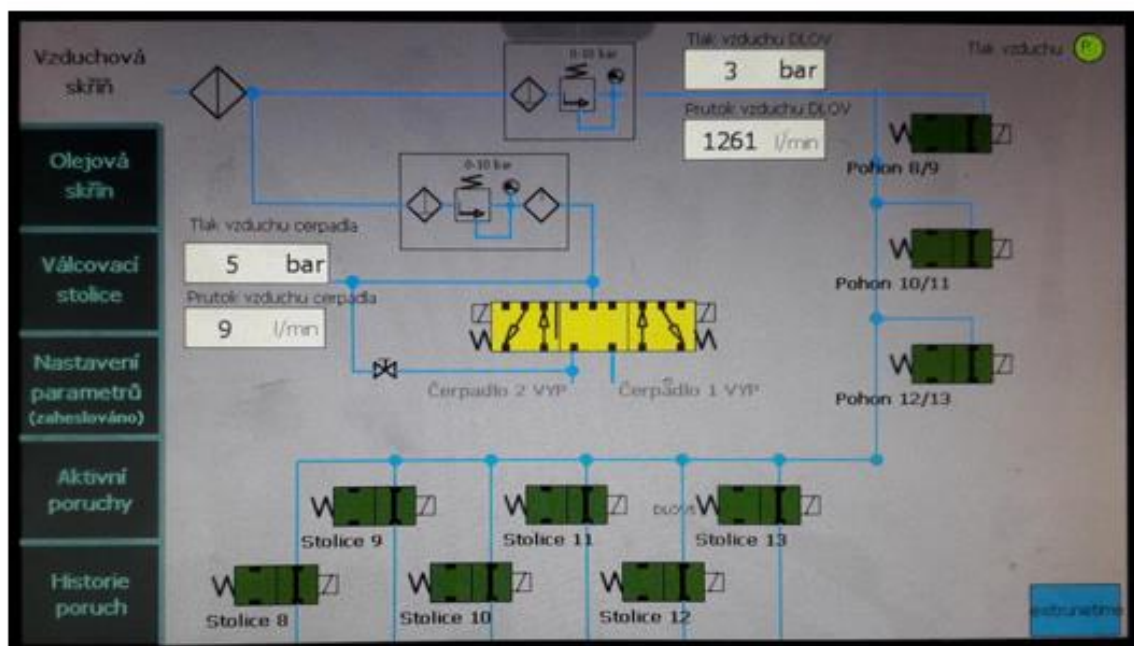
Příloha č. 5 Směšovač s regulačními šrouby pro regulaci vzduchu [23]



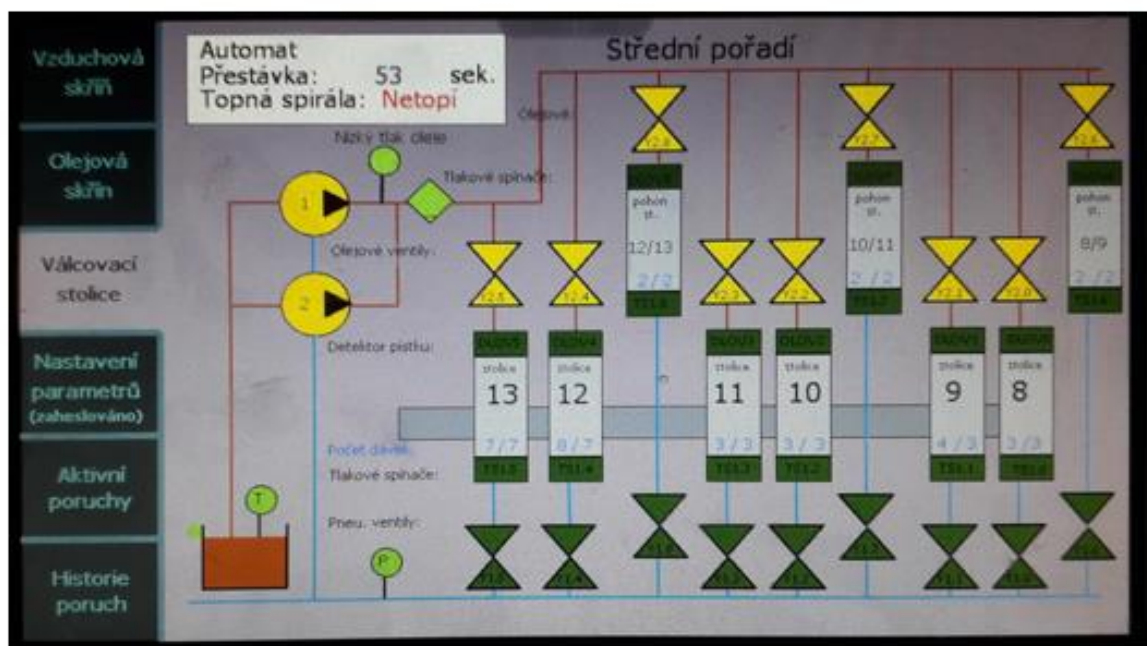
Příloha č. 6 Rozdělení maziva CMS AMV 60 PM [autor]

Směšovací jednotka	Olej-vzduch	Množství [cm ³]	Množství [cm ³]	Válcovací stolice
Směšovací jednotka č.1	výstup	0,5	1	stolice č.8
	výstup	0,5		
	výstup	0,5	1	stolice č.9
	výstup	0,5		
Směšovací jednotka č.2	výstup	0,5	1	stolice č.10
	výstup	0,5		
	výstup	0,5	1	stolice č.11
	výstup	0,5		
Směšovací jednotka č.3	výstup	0,5	1	stolice č.12
	výstup	0,5		
	výstup	0,5	1	stolice č.13
	výstup	0,5		
Směšovací jednotka č.4	výstup	0,5	1	pohon č. (8-9)
	výstup	0,5		pohon č. (10-11)
	výstup	0,5		pohon č. (12-13)
	výstup	0,5		

Příloha č. 7 Dotyková obrazovka pro ovládání CMS v místním režimu – vzduchová skříň, olejová skříň [autor]



Příloha č. 8 Dotyková obrazovka pro ovládání CMS v místním režimu – válcovací stolice, nastavení parametrů [autor]



	Počet cyklů:	Hlídací čas: (min.)	Výběr stolice: pro všechny režimy
STOLICE 8:	3	1.5	<input type="checkbox"/>
STOLICE 9:	3	1.5	<input type="checkbox"/>
STOLICE 10:	3	1.5	<input type="checkbox"/>
STOLICE 11:	3	1.5	<input type="checkbox"/>
STOLICE 12:	7	1.5	<input type="checkbox"/>
STOLICE 13:	7	1.5	<input type="checkbox"/>
POHON 8/9:	2	1.5	<input type="checkbox"/>
POHON 10/11:	2	1.5	<input type="checkbox"/>
POHON 12/13:	2	1.5	<input type="checkbox"/>